Arbeit aus dem Institut für Angewandte Genetik
der Freien Universität Berlin

TELOSOMENANALYSE DER WEIZENCHROMOSOMEN IN FÜNF TETRAPLOIDEN TRITICALE-LINIEN MIT MISCHGENOMEN (AB) (AB) RR

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
ERLANGUNG DER DOKOR-WÜRDE
vorgelegt
DEM FACHBEREICH BIOLOGIE
der
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

von

Diplom-Biologin Heidrun Thiem aus Groß-Ottersleben

1985

Druck: Copy-Center in Dahlem
Ladenbergstraße 2-4
1000 Berlin 33
Tel. 831 40 25

"So hast du also nichts gewonnen!"
"Ich habe", sagte der Fuchs,
"die Farbe des Weizens gewonnen."

Antoine de Saint-Exupéry

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549619_0053

Arbeit aus dem Institut für Angewandte Genetik
der Freien Universität Berlin

TELOSOMENANALYSE DER WEIZENCHROMOSOMEN IN FÜNF TETRAPLOIDEN TRITICALE-LINIEN MIT MISCHGENOMEN (AB) (AB) RR

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER DOKTOR-WÜRDE

vorgelegt

DEM FACHBEREICH BIOLOGIE

der

FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

von

Diplom-Biologin Heidrun Thiem aus Groß-Ottersleben

1985

Referenten:

1. Professor Dr. K.-D. Krolow, Berlin

2. Dr. habil. T. Lelley, Göttingen

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Mai 1985

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. K.-D.Krolow für die Überlassung des Themas, für seine sachlichen Hinweise und Anregungen und für seine Geduld.

Herrn Dr. T. Lelley möchte ich für fachliche Beratung danken.

Ich danke der Deutschen Forschungsgemeinschaft, durch deren finanzielle Unterstützung diese Arbeit möglich wurde.

Ein herzliches Danke an Frau Hannelore Lehmann und Frau Nina Hoffmann und an alle die, die in guten und in bösen Zeiten sichtbar und unsichtbar zur Seite gestanden haben.

INHALTSVERZEICHNIS Seite

1.	EINLEITUNG	7
2.	MATERIAL UND METHODEN	12
2.1.	Material	12
2.1.1.	4x-Triticale	12
2.1.2.	Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien	13
2.1.3.	F_1-Bastarde	14
2.1.4.	Rückkreuzungsbestäuber-Linien	15
2.1.5.	Zusammensetzung und Bearbeitung des Materials	15
2.2.	Methoden	16
2.2.1.	Mitose-Untersuchungen	16
2.2.1.1.	Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der 4x-Triticale	16
2.2.1.2.	Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der double-ditelosomen Linien von Chinese spring	16
2.2.1.3.	Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der F_1-Bastarde	17
2.2.2.	Meiosis-Untersuchungen	17
2.2.3.	Färbe-Methoden	17
2.2.3.1.	Karminessigsäure-Methode	17
2.2.3.2.	Feulgen-Methode	18
2.2.3.3.	Giemsa-Methode	18
2.2.4.	Arbeiten zur Herstellung von F_1-Bastarden	19
2.2.5.	Fertilitätsuntersuchungen	20
3.	ERGEBNISSE	21
3.1.	Cytologischer Teil	21
3.1.1.	Somatische Chromosomenzahlen der Eltern und der F_1-Pflanzen	21
3.1.1.1.	4x-Triticale	21
3.1.1.2.	Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien	22
3.1.1.3.	F_1-Generation	22

		Seite
3.1.2.	Meiosis-Untersuchungen	24
3.1.2.1.	4x-Triticale	24
3.1.2.1.1.	4xTrc (turg36x4x4/2)	25
3.1.2.1.2.	4xTrc (persNakx4x2/4)	25
3.1.2.1.3.	4xTrc (turg36x4x4/2) x 4xTrc (persNak x4x2/4)	25
3.1.2.1.4.	4xTrc (turg4Ox2IB)	26
3.1.2.1.5.	4xTrc (211/2x4x2/9)	26
3.1.2.2.	Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien	28
3.1.2.3.	F_1-Generation	28
3.1.2.3.1.	F_1-Generation (D/dit 1A-7B)x(4xTrc (turg36x4x4/2))	32
3.1.2.3.2.	F_1-Generation (D/dit 1A-7B)x(4xTrc (persNakx4x2/4))	35
3.1.2.3.3.	F_1-Generation (D/dit 1A-7B)x(4xTrc (turg36x4x4/2) x 4xTrc (persNakx4x2/4))	37
3.1.2.3.4.	F_1-Generation (D/dit 1A-7B)x(4xTrc (turg4Ox2nIB))	39
3.1.2.3.5.	F_1-Generation (D/dit 1A-7B)x(4xTrc (211/2x4x2/9))	41
3.1.2.4.	Vergleich der Chiasmafrequenzen pro PMZ und pro Bivalent - Parentalformen und F_1-Generation	43
3.1.2.5.	Vergleich der durchschnittlichen Chiasmafrequenzen pro Bivalent in bezug auf die Auswirkung von Chromosom 5B-Effekten	43
3.1.2.6.	Vergleich der Störungen im Dyaden- und Tetradenstadium (Durchschnittswerte)	45
3.2.	Morphologie und Fertilitätsuntersuchungen	47
3.2.1.	Beschreibung der Ährentypen	47
3.2.2.	Samenansatz und Keimfähigkeit der F_1-Generation	47
3.2.3.	Untersuchung auf Funktionstüchtigkeit männlicher und weiblicher Gameten	48
3.2.3.1.	Untersuchung der Pollenvitalität von F_1-Pflanzen	48

Seite

3.2.3.2. Untersuchung der Funktionstüchtigkeit der weiblichen Gameten der F_1-Pflanzen 48

4. DISKUSSION 52

4.1. Herkunft und Einsatz telocentrischer Chromosomen des Weizens Chinese spring 52

4.2. Meiosis 54

4.2.1. Meiotische Stabilität 54

4.2.2. Paarungstendenzen 55

4.2.3. Einfluß telosomen Chromosomenmaterials auf Chiasmafrequenzen 56

4.2.4. Chromosom 5B-Effekte 57

4.2.5. Translokationen und Heterozygotie 58

4.2.6. Einfluß der Roggenkomponente 59

4.3. Vergleich einiger Karyogramme 61

4.4. Fertilität 66

5. ABBILDUNGEN 68

6. SCHLUSSBETRACHTUNGEN 88

7. ZUSAMMENFASSUNG 89

8. LITERATURVERZEICHNIS 91

1. EINLEITUNG

Versuche, durch interspezifische und intergenerische Hybridisation neue Spezies herzustellen, sind seit langem bekannt. Die von BLAKESLEE und AVERY (1937) eingeführte Methode, mit Hilfe von Colchicin Chromosomenzahlen zu verdoppeln, brachte eine gute Möglichkeit, diese Arbeiten zu intensivieren und die Herstellung von Allopolyploiden voranzutreiben.

Gute Kreuzbarkeit innerhalb der Familie der Gramineen ermöglichte speziell die Hybridisation von Weizen und Roggen. Bereits 1876 erwähnte WILSON einen sterilen Weizen-Roggen-Bastard.

Erstmals 1891 wurde von RIMPAU über eine Weizen-Roggen-Kombination gesprochen, deren Produkt ein fertiler Hybrid war. 1930 gab MEISTER die erste botanische Beschreibung eines synthetisch hergestellten Weizen-Roggen-Bastards, und 1936 bezeichnete MÜNTZING dieses Produkt als Amphiploid.

In den letzten Jahrzehnten wurden die in Europa erfolgreich begonnenen Arbeiten weltweit fortgesetzt, um einerseits im Verlauf der Evolution abgelaufene Prozesse nachzuvollziehen und andererseits Getreide herzustellen, das zur Lösung von Nahrungsproblemen beitragen kann.

Im Kanon der von Menschenhand geschaffenen Triticale unterschiedlicher Ploidiestufen kommt dem tetraploiden Triticale eine nicht unbedeutende Rolle zu.
Dieser Triticaletyp könnte hilfreich zur Klärung verschiedener Problemstellungen beitragen.
So könnte man Interaktionen zwischen Weizen- und Roggengenomen klären, wenn es gelänge, amphiploide Bastarde mit einem Genomverhältnis 1 : 1 sowohl der Genomkombination AARR als auch der Kombination BBRR herzustellen.

Neben der Bedeutung für die Grundlagenforschung interessiert der tetraploide Triticale auch als Ausgangsform für die Her-

stellung neuer hexaploider Triticaleformen mit eingelagerten Chromosomen des D-Genoms vom Weizen.

Durch Kreuzung von oktoploidem mit tetraploidem Triticale könnte es auf diesem Wege gelingen, neue Variabilität in hexaploide Triticale zu bringen.

Zahlreiche Versuche dienten dem Ziel, einen 4x-Triticale des Genomtyps AARR herzustellen.

Die Herstellung eines solchen Weizen-Roggen-Bastards gelang 1913 TSCHERMAK (zitiert KISS und RAJHATY, 1956) durch Kreuzung von Triticum monococcum mit Secale cereale. Die F_1-Pflanzen waren jedoch steril.

Versuche von OEHLER (1931, zitiert KISS und RAJHATY, 1956), KISS (1956) und LARTER et al. (1968) blieben ebenfalls erfolglos.

Erst KROLOW (1973) gelang es, einen fertilen 4x-Triticale herzustellen.
Verschiedene Wege wurden erprobt, um dieses Ziel zu erreichen.
Kreuzungen zwischen diploidem Triticum monococcum (AA) und diploidem Roggen (RR) zur Herstellung eines Amphiploids AARR blieben erfolglos.
Kreuzungen zwischen tetraploidem Triticum monococcum (AAAA) und tetraploidem Roggen (RRRR) erbrachten ebenfalls keine lebensfähigen Bastarde.

Kreuzungen von autoalloploidem hexaploidem Weizen (AA AA BB) und tetraploidem Roggen (RRRR) ergaben ein lebensfähiges Korn. Die Genomformel dieser 35-chromosomigen F_1-Pflanze müßte (AABRR) lauten. Durch Abregulierung während mehrerer Selbstungsgenerationen könnten daraus 28-chromosomige Individuen (AARR) entstehen. Die Nachkommenschaft des Kreuzungsproduktes war jedoch steril.

Kreuzungen von autoalloploidem hexaploidem Weizen (AA BB BB) mit diploidem Roggen (RR) führten zu zwölf lebensfähigen Samen.

Die F_1-Generation wurde rückgekreuzt mit diploidem Roggen. Nach mehreren Selbstungsgenerationen entstanden aus den 35-chromosomigen (BBARR)-Typen Individuen mit 28 Chromosomen, die allerdings ebenfalls steril waren.

Kreuzungen hexaploider Triticale (AA BB RR) mit diploidem Roggen (RR) führten dann endlich zum Ziel.
Wiederholte Selbstung der F_1-Generation und daran anschließende Selektion auf fertile 28-chromosomige Pflanzen lieferten drei verschiedene 4x-Triticale-Typen, die fortan als primäre tetraploide Triticale bezeichnet wurden.
Ihre Genome hätten theoretischen Vorstellungen entsprechend die Zusammensetzungen AARR, BBRR und (AB)(AB)RR haben müssen.
Aus Kreuzungen hexaploider Triticale mit diesen primären 4x-Triticale lassen sich dann beliebig neue Tetraploide herstellen. Über 35-chromosomige F_1-Nachkommen werden nach Selbstung 28-chromosomige Pflanzen erhalten.
Die so erzeugten tetraploiden Triticale-Linien sind als sekundäre 4x-Triticale bezeichnet worden.
Cytologische Analysen der 4x-Triticale, durchgeführt mit Hilfe der Giemsa-Banden-Technik (GUSTAFSON und KROLOW, 1978), ergaben, daß alle untersuchten Linien ein komplettes Roggengenom und ein Weizenmischgenom (AB)(AB) enthielten.

Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit bildeten die bei der Analyse der Genome aufgetretenen Unklarheiten bezüglich der Zuordnung der Weizenchromosomen zu den Weizengenomen A und B. Um zur Klärung dieses Problems beizutragen, wurden primäre und sekundäre 4x-Triticale-Linien mit den für die Genome A und B telosomen Linien des hexaploiden Weizens Triticum aestivum "Chinese spring" gekreuzt.
Durch anschließende cytologische Analyse der F_1-Generation sollten Erkenntnisse über die Zusammensetzung des Weizenmischgenoms gewonnen werden.

Die telosomen Linien von Chinese spring wurden von SEARS (1958, 1973, 1978, 1980) durch Selektion aus den vier verschiedenen

Arten von Aneuploiden dieses Weizens (Nulli-, Mono-, Tri- und Tetrasome) gewonnen. Sie sind das Ergebnis von Fehlverteilungen von Univalenten, die sich in der Varietät Chinese spring relativ häufig ereignen.

Sie erwiesen sich als gut nutzbar, weil die beim Fehlen von ganzen Chromosomen auftretenden Vitalitäts- und Fertilitätsverluste bei Verwendung von telosomen Linien, bei denen also lediglich einzelne Arme eines bestimmten Chromosoms nicht vorhanden sind, in weitaus geringerem Maße zur Auswirkung kommen.

In den dieser Arbeit vorangegangenen Versuchen wurden die Vitalitäts- und Fertilitätsunterschiede geprüft, die auftreten können, wenn monotelosome, ditelosome oder double-ditelosome Linien von Chinese spring Verwendung finden.
Kreuzungen von 4x-Triticale mit monotelosomen Linien ergaben keinerlei Kreuzungsansatz. Sie konnten deshalb nicht für die Analysen herangezogen werden.

Die Arbeiten mit ditelosomen Linien, deren Meiose zwanzig Bivalente und ein telosomes Stabbivalent aufweist, waren in bezug auf Kreuzungsansatz etwas erfolgreicher.
Die Keimfähigkeit der gewonnenen Samen war jedoch relativ gering. Das Auftreten von Aneuploiden erwies sich als ein weiterer Faktor, der die Untersuchungen erschwerte.

Die dritte Methode, die auf der Verwendung double-ditelosomer Linien basierte, zeigte sich als am besten brauchbar.
Double-ditelosome Linien, die 2n=44 Chromosomen besitzen, sind meiotisch identifizierbar anhand von zwanzig normalen Bivalenten und zwei telosomen Stabbivalenten.
Sie variieren je nach telosomer Linie in einem Chromosomenpaar, das nicht komplett, sondern in zwei Hälftenpaaren, getrennt nach kurzem und langem Arm, vorliegt.

Während sich bei monotelosomen und ditelosomen Linien das Fehlen von Chromosomenmaterial auch morphologisch manifestiert, zeigen die double-ditelosomen Linien einen recht einheitlichen Wuchs- und Ährentyp, der dem Ährentyp des normalen 42-chromo-

somigen Chinese spring Weizens ähnlich ist.

Die Verwendung von double-ditelosomen Linien des Chinese spring Weizens sowohl als weiblichem wie auch als männlichem Kreuzungspartner ermöglicht es ferner, das Weizenmischgenom der 4x-Triticale auf zwei verschiedenen Wegen zu analysieren. Entsprechend den Paarungstendenzen homologer Chromosomen ist zu erwarten, daß Paarungen zwischen den Telosomen des Weizens und den ihnen homologen Weizenchromosomen des tetraploiden Triticale erfolgen.

Diese theoretischen Überlegungen sollten durch cytologische Auswertungen bestätigt werden.

Leider war es nicht möglich, Untersuchungen und Aussagen über das cytologische Verhalten der telosomen Chromosomen in Nachfolgegenerationen zu machen.
Die F_1-Pflanzen waren sowohl männlich als auch weiblich steril. Es konnten weder durch Selbstungen noch durch Rückkreuzungen mit Triticale der verschiedenen Ploidiestufen noch mit verschiedenen Roggenlinien Nachkommenschaften gewonnen werden.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Material

Untersucht wurden außer der F_1 (4x-Triticale x Double-ditelosome Linien) auch die 4x-Triticale-Elternlinien und die verwendeten double-ditelosomen Linien von Triticum aestivum var. Chinese spring (2n = 6x = 40 + 4tel).

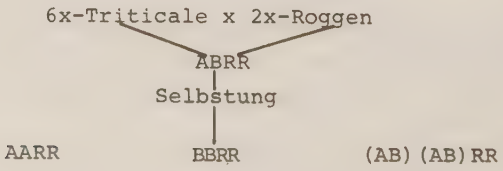
Die verwendeten Rückkreuzungsbestäuber-Linien (4x-, 6x-, 8x-Triticale; 2x- und 4x-Roggen; 2x-alloplasmatischer Roggen) wurden cytologisch nicht analysiert.

2.1.1. 4x-Triticale

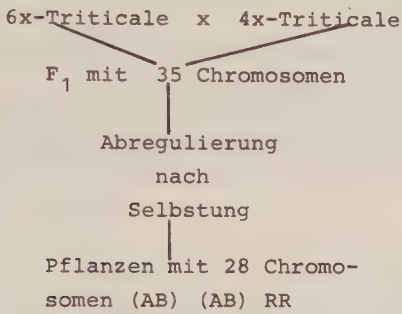
Die cytologisch und morphologisch analysierten fünf 4x-Triticale-Linien stellen eine Auswahl aus dem tetraploiden Material von KROLOW (1973-1977) dar.

Sie wurden auf direktem oder indirektem Wege hergestellt und gehen auf etwa zehn verschiedene Ausgangskreuzungen zurück. Die Auswahl der untersuchten Linien wurde nach den Kriterien Fertilität und cytogenetischer Stabilität und nach morphologischen Merkmalen vorgenommen.

Es wurden sogenannte primäre und sekundäre Triticale untersucht. Die Entstehungsformel für primäre 4x-Triticale lautet:



Die sekundären Triticale sind durch Kreuzung von 6x-Triticale mit 4x-Triticale (den sogenannten primären Triticale) entstanden:



Des weiteren wurden sogenannte 4x-Rekombinations-Linien, das sind qualitativ gute 4x-Triticale, durch Kreuzung von 4x-Triticale untereinander produziert, der Analyse unterzogen.

Von den untersuchten Linien ist zum Beispiel Typ 4x Trc (turg 40x2nIB) ein primärer 4x-Triticale, der entstanden ist durch Kreuzung von Triticum turgidum mit einer Inzuchtlinie von Secale cereale. Die Linien 4xTrc (211/2x4Trc2/9), 4xTrc (turg 36x4Trc4/2) und 4xTrc (pers.Nakajimax4xTrc2/4) gehören in die Gruppe der sekundären 4x-Triticale.

Sie entstanden durch Kreuzung von 6x-Triticale-Linien mit primären 4x-Triticale. Die Weizenkomponente der primären 4x-Triticale-Linien stammt aus Triticum turgidum Nakajima.
Die Linie (4xTrc (turg36x4x4/2)x4xTrc (pers.Nakajimax4x2/4)) ist ein Vertreter aus der Gruppe der Rekombinationstriticale.

2.1.2. Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien

Das für diese Arbeit verwendete Chinese spring-Material wurde dankenswerterweise 1978 von Professor E.R. Sears, University of

Missouri-Columbia, zur Verfügung gestellt.

Zunächst wurden die double-ditelosomen Linien für die Chromosomen A_1 - A_7 und B_1 - B_7 untersucht.

Es wurde die Keimfähigkeit geprüft und das cytologische Verhalten in Mitose und Meiose analysiert.
Anschließend wurden diese Linien dann als männliche und weibliche Kreuzungspartner mit den zu analysierenden Triticale-Linien gekreuzt.

2.1.3. F_1-Bastarde

Die Herstellung der F_1-Bastarde erforderte ein recht umfangreiches Kreuzungsprogramm.

Es wurden insgesamt 200 Ähren der double-ditelosomen Linien mit 4 418 Blütchen kastriert und mit den verschiedenen 4x-Triticale-Linien bestäubt.

Außerdem wurden die Kreuzungen auch reziprok durchgeführt. Dazu war es notwendig, 250 Ähren mit 6 321 Blütchen der verschiedenen 4x-Triticale zu kastrieren und mit dem Pollen der double-ditelosomen Linien zu bestäuben.

Die Kreuzungsarbeiten brachten bei Verwendung von Double-ditelosomen als weiblichem Kreuzungspartner einen höheren Kreuzungsansatz als in der reziproken Richtung.
Die Keimfähigkeit der Samen war jedoch bei der reziproken Richtung besser.

Die cytologische Analyse wurde je nach erzieltem Kreuzungsansatz an drei F_1-Pflanzen pro Einzelkreuzung durchgeführt. Die somatischen Chromosomenzahlen wurden an drei Wurzelspitzen pro aufgezogener F_1-Pflanze überprüft. Dabei wurden je Wurzelspitze zwei bis vier gute Metaphaseplatten ausgewertet. Der

Meioseablauf wurde an drei pro Einzelpflanze fixierten Ähren untersucht.

2.1.4. Rückkreuzungs-Bestäuber-Linien

Um festzustellen, ob bei den F_1-Bastarden weibliche Sterilität vorliegt, wurden Rückkreuzungen durchgeführt, wobei 2x-Roggen, 4x-Roggen, 4x-Triticale, 6x-Triticale und 8x-Triticale als Pollenspender dienten.

2.1.5. Zusammensetzung und Bearbeitung des Materials

Zunächst wurden die für eine erfolgreiche Durchführung der Arbeit notwendigen günstigen Umweltbedingungen geschaffen und Einfluß auf die unterschiedlichen Blühtermine beider Kreuzungspartner genommen.

Das Material wurde im Gewächshaus herangezogen, und auch alle weiteren Arbeiten erfolgten unter diesen gut regulierbaren Bedingungen.

Die Fixierung der Ähren für die Meiosisuntersuchung erfolgte bei 4x-Triticale 24 Wochen nach der Aussaat, bei Weizen 10 Wochen nach der Aussaat und bei den F_1-Bastarden 24 Wochen nach der Aussaat.

Anschließend wurden die Kreuzungsarbeiten durchgeführt und in diesem Zusammenhang auch die Blühdaten erfaßt. Zehn Wochen nach den Kreuzungsarbeiten erfolgte die Ernte, verbunden mit der Auswertung einiger morphologischer Daten. Hauptaugenmerk wurde auf die Beurteilung der Ährentypen gerichtet. Es wurde der Kreuzungsansatz pro Blütchen ermittelt und die Keimfähigkeit der F_1-Generation festgestellt.

2.2. Methoden

2.2.1. Mitose-Untersuchungen

Um die somatischen Chromosomenzahlen bestimmen zu können, wurden Wurzelspitzen gekeimter Samen untersucht.

Entsprechend den unterschiedlichen Fragestellungen wurden verschiedene Färbemethoden angewendet.

2.2.1.1. Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der 4x-Triticale

Diese Analysen wurden mit Hilfe der Giemsa-Bandentechnik durchgeführt, wobei das Hauptaugenmerk der Auswertung auf die Roggenkomponente gerichtet wurde.

2.2.1.2. Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der double-ditelosomen Linien von Chinese spring

Diese Untersuchungen wurden mit Hilfe der Karminessigsäure-technik durchgeführt.

Samen wurden in Petrischalen auf feuchtem Filterpapier im Dunkeln angekeimt (3 Tage bei 15° C).
Vor dem Abschneiden der Wurzelspitzen (Länge 1-2 cm) wurden die Petrischalen unter Licht gestellt.

Die abgeschnittenen Wurzelspitzen wurden drei Stunden mit gesättigter -Mono - Bromnaphthalin-Lösung behandelt und anschließend in einem Alkohol-Eisessig-Gemisch (3 Teile 96%iger Alkohol, 1 Teil 96%iger Eisessig) für einige Tage fixiert.

2.2.1.3. Untersuchung der somatischen Chromosomenzahlen der F_1-Bastarde

Die Mitose der F_1-Bastard-Pflanzen wurde mit Hilfe der Feulgen-Methode überprüft.

Um zu kontrollieren, ob die Bastardgeneration die erwartete Anzahl Roggenchromosomen enthielt, wurde stichprobenartig auch die Giemsa-Methode eingesetzt.

2.2.2. Meiose-Untersuchungen

Für diese Untersuchungen wurden die Ähren in einem Alkohol-Eisessig-Gemisch (3 Teile Äthanol, 1 Teil Eisessig) fixiert und den Fragestellungen entsprechend zur Untersuchung mit unterschiedlichen Färbeverfahren bearbeitet.

Die Antheren wurden herauspräpariert und zu Quetschpräparaten verarbeitet.

Da die Pflanzen sehr gut bestockt waren, wurden meist drei Ähren pro Pflanze fixiert.

2.2.3. Färbe-Methoden

2.2.3.1. Karminessigsäure-Methode

1. Fixierung der Ähren in einem Eisessig-Gemisch (3:1)
2. Herauspräparieren der Antheren
3. Färbung mit 0,5%iger Karminessigsäure
4. Herstellung von Quetschpräparaten

2.2.3.2. Feulgen-Methode

1. Mazerieren des in Alkohol-Eisessig (3:1) fixierten Materials in 1n HCl bei 60°C für 4-6 Minuten.
2. Färben in Fuchsin-schwefliger Säure (Schiffs-Reagenz)
3. Nach einer halben Stunde ist die Färbung makroskopisch erkennbar.
4. Anfertigung von Quetschpräparaten

2.2.3.3. Giemsa-Methode

1. Vorbehandlung des Materials
   Wurzelspitzen werden für 3 - 3,5 Stunden in frisch zubereiteter gesättigter Mono-Bromnaphthalinlösung behandelt.
2. Fixierung und Hydrolyse
   Wurzelspitzen werden über Nacht in Aceto-Orceinlösung behandelt (1 Teil 96%iges Aceto-Orcein, 1 Teil aqua dest.).
   Die Hydrolyse erfolgt für 1-2 Stunden bei Zimmertemperatur in einer Lösung aus 1 Teil 2n HCl, 4,5 Teilen 96%igem Aceto-Orcein und 4,5 Teilen aqua dest..
   Anschließend wird wieder in ein Gemisch aus 1 Teil Aceto-Orcein und 1 Teil aqua dest. überführt.
3. Herstellung der Präparate:
   1. Die Präparate werden durch die Quetschmethode hergestellt.
   2. Das Lösen des Deckglases erfolgt durch Absprengen mit CO_2-Schnee.
   3. Die Präparate trocknen 1-2 Stunden.
   4. Anschließend werden sie für 1,5 Stunden in 96%igen Alkohol gestellt.
   5. Die Präparate werden noch einmal für 0,5 Stunden in eine neue Fraktion 96%igen Alkohols gestellt.
   6. Die abschließende Trocknung der Präparate geschieht für 24 Stunden im Exsikkator.

4. Inkubierung und Färbung:
   1. Die Präparate werden für 5,5 Minuten bei 20-21°C in Bariumhydroxyd-Lösung gestellt.
   2. Es wird mit aqua dest. ausgewaschen, so daß keine Bariumcarbonat-Reste in der Küvette verbleiben.
   3. Erneut mit aqua dest. spülen für ungefähr 2 Minuten bei 45°C. Diese Prozedur wird zweimal wiederholt.
   4. Die Präparate werden 15 Minuten bei Zimmertemperatur in 2x SSC-Lösung inkubiert.
      Anschließend wird mit frischer 2x SSC-Lösung gefüllt. Die Küvetten werden ins Wasserbad gestellt. Man läßt die Temperatur innerhalb von 20-30 Minuten auf 57°C steigen. Die Gesamtinkubationszeit beträgt 2 Stunden.
   5. Nach der Inkubation wird einmal mit aqua dest. gespült und anschließend sofort mit Giemsa-Lösung 70 Sekunden gefärbt.
   6. Die Präparate werden flachliegend getrocknet, weil dadurch erfahrungsgemäß eine bessere Färbung zustande kommt.
   7. Die Präparate werden über Nacht in Xylol aufbewahrt.
   8. Lufttrocknen der Präparate und anschließend Einbettung in Euparal.

Zur Giemsa-Untersuchung der Meiose wurde die Inkubation mit $Ba(OH)_2$ leicht verändert. Sie wurde für 5 Minuten bei 24°C durchgeführt.

Die Färbung mit Giemsa-Lösung erfolgte für ungefähr 90 Sekunden unter Sichtkontrolle.

2.2.4. Arbeiten zur Herstellung von F_1-Bastarden

Die Kreuzungsarbeiten wurden während mehrerer Vegetationsperioden durchgeführt.

Um ungünstige Bedingungen, wie zum Beispiel zu starke Erwär-

mung der Gewächshäuser durch erhöhte Außentemperaturen, auszuschließen, wurde auch während der Wintermonate unter besonders gut regulierbaren Umweltverhältnissen die Herstellung von F_1-Bastarden betrieben.

Kastration und Bestäubung erfolgten in allgemein üblicher Weise. Die Mittelblütchen der weiblichen Kreuzungspartner wurden entfernt, die Spelzen der Blütchen wurden außerdem verkürzt, um einen guten Zugang zu den Antheren zu bekommen. Nach Entfernung der Antheren wurde die kastrierte Ähre isoliert. Nach 3-4 Tagen, wenn die Narben gut gespreizt waren, erfolgte die Bestäubung durch Auftragen von Pollen. Anschließend wurde wieder isoliert. Nach 12-14 Tagen wurden bei erfolgreich verlaufener Bestäubung, also deutlich erkennbarem Kornansatz, die Isoliertütchen entfernt, um den durch Feuchtigkeitsstau auftretenden Pilzbefall zu unterbinden.

2.2.5. Fertilitätsuntersuchungen

Die Fertilitätsbestimmung erfolgte durch Auszählen der Körner pro Blütchen.

Es wurde ferner die Keimfähigkeit des Kreuzungsansatzes überprüft.

Außerdem wurde auch die Qualität des Pollens der F_1-Hybridgeneration durch Anfärben der Pollenkörner mit Jodjodkalium oder Karminessigsäure geprüft.

3. ERGEBNISSE

3.1. Cytologischer Teil

3.1.1. Somatische Chromosomenzahlen der Eltern und der F_1-Pflanzen

3.1.1.1. 4x-Triticale

Die somatische Chromosomenzahl der fünf untersuchten 4x-Triticale-Linien betrug 2n=28 und erwies sich cytologisch als stabil. Es wurden keine aneuploiden Abweicher gefunden.

Im Rahmen der Giemsa-Untersuchungen wurde festgestellt, daß in allen 4x-Triticale-Linien vierzehn Roggenchromosomen vorhanden waren, also ein diploides Roggengenom.

Die Roggengenome der für diese Arbeit untersuchten Triticale-Linien zeigten in bezug auf die Chromosomen zwei bis sieben R keine Variabilität im Heterochromatingehalt.
Für Chromosom 1R, das Satellitenchromosom, wurde eine leichte Variabilität hinsichtlich der heterochromatischen Banden festgestellt.
In vier der Linien bestand Übereinstimmung. In der Linie 4xTrc (211/2 x 4x2/9) hatte die unter dem Satelliten gelegene Bande nur einen sehr schwach angefärbten heterochromatischen Bereich.

Abbildung 1-5 zeigen die somatischen Chromosomen der fünf Triticale-Linien in Übersichtsaufnahmen.

Der Einordnung der Roggenchromosomen wurde das von SYBENGA (1983) erstellte Karyogramm zugrunde gelegt.

3.1.1.2. Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien

Die somatische Chromosomenzahl der 14 untersuchten Linien von Chinese spring war mit 2n = 40 + 4 tel cytologisch konstant.

40 Chromosomen lagen in der Meiose als Bivalente vor, die vier Univalente entsprachen den telosomen Chromosomen. Abbildung 6 zeigt die Übersichtsaufnahme der Linie Chinese spring double-ditelosom für das Chromosom 1A.

Die Beurteilung der Chromosomenmorphologie erfolgte nach der Einteilung von GILL und KIMBER (1974).

3.1.1.3. F_1-Generation

Mit Hilfe der mitotischen Untersuchungen der aus der Kreuzung von 4x-Triticale mit Chinese spring double-ditelosom hervorgegangenen F_1-Pflanzen wurde zunächst der Anteil euploider und aneuploider Individuen ermittelt.

Bei Verwendung der double-ditelosomen Linien als weiblichem Kreuzungspartner betrug der Anteil euploider F_1-Pflanzen 95,77%. 4,23% der F_1-Pflanzen waren aneuploid.
Die somatische Chromosomenzahl der euploiden F_1-Pflanzen betrug 34 + 2 tel, die in der Meiosis als 17 Bivalente und für die telosomen Chromosomen als zwei Univalente vorlagen.
Die Aneuploiden hatten 33 + 2 tel Chromosomen. Um als Beurteilungsgrundlage von relativ störungsfreier Gametenbildung ausgehen zu können und damit die Zuordnung der Weizenchromosomen des 4x-Triticale zum A- oder B-Genom des Weizens zu ermöglichen, wurden die als aneuploid identifizierten Pflanzen von der weiteren Bearbeitung und Beurteilung ausgeschlossen.

Durch Untersuchung der F_1-Pflanzen mit Giemsa-Technik konnte das Vorhandensein von sieben Roggenchromosomen festgestellt

werden. Das entsprach den theoretischen Erwartungen.

Über die Variation der somatischen Chromosomenzahl und die Aneuploidenfrequenz geben Tabelle 1 und 2 Aufschluß.

Tab.1: F_1 6x-Chinese spring double-ditelosom x 4x-Triticale, Variation der somatischen Chromosomenzahl und Aneuploidenfrequenz in F_1 mit Chinese spring double-ditelosom als weiblichem Kreuzungspartner

Anzahl der auswertbaren F_1-Pflanzen	Somatische Chromosomenzahl 34+2tel (36)	33+2tel (35)	Chromosomen-Mittelwert	Euploide in %	Aneuploide in %
142	136	6	33,5+2tel	95,77	4,23

Tab.2: F_1 4x-Triticale x 6x-Chinese spring double-ditelosom, Variation der somatischen Chromosomenzahl und Aneuploidenfrequenz in F_1 mit 4x-Triticale als weiblichem Kreuzungspartner

Anzahl der auswertbaren F_1-Pflanzen	Somatische Chromosomenzahl 34+2tel (36)	33+2tel (35)	Chromosomen-Mittelwert	Euploide in %	Aneuploide in %
69	69	-	34 +2tel	100	-

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die Übersichtsaufnahmen der somatischen Chromosomen zweier F_1-Pflanzen.

Auf Abbildung 7 sind die Chromosomen einer F_1-Pflanze zu sehen, die aus der Kreuzung von 4xTrc (turg 36x4x4/2) mit der für Chromosome 1A double-ditelosomen Linie von Chinese spring hervorgegangen ist.

Abbildung 8 zeigt die Chromosomen einer Pflanze, die aus der Kreuzung der gleichen 4x-Triticale-Linie mit der für das Chromosom 1B double-ditelosomen Linie entstanden ist.

Die auf beiden Abbildungen erkennbaren sehr kurzschenkligen Chromosomen, markiert durch Pfeil, sind die beiden telosomen Hälften des betreffenden Chromosoms. Der lange und der kurze Arm sind gut erkennbar.

Interessant an Tabelle 1 sind die 4,23% Aneuploiden der Kreuzungen mit Chinese spring double-ditelosom als Mutter. Erwartet wurde, daß Aneuploidie vorzugsweise in Kreuzungen mit 4x-Triticale als Mutter auftritt.

3.1.2. Meiosisuntersuchungen

3.1.2.1. 4x-Triticale

Die Analyse der Meiosis der fünf 4x-Triticale-Linien wurde in Metaphase I sowie im Dyaden- und Tetradenstadium vorgenommen.

Es wurde die Chiasmafrequenz pro Pollenmutterzelle und pro Bivalent ermittelt und die Anzahl der Mikrokerne pro Dyade und pro Tetrade bestimmt.

Bei den Berechnungen wurden für Ringbivalente zwei Chiasmen, für Stabbivalente ein Chiasma als Grundlage genommen. Die Auswertungen ergaben, daß die Meiosis der 4x-Triticale nahezu

störungsfrei verlief, daß fast ausnahmslos 14 Bivalente gebildet wurden.

3.1.2.1.1. 4xTrc (turg 36x4x4/2)

In Metaphase I wurden regelmäßig 14 Bivalente gefunden, die sich in durchschnittlich 10 Ring- und 4 Stabbivalente aufteilten. Daraus ergab sich eine durchschnittliche Chiasmafrequenz pro PMZ von 24 und pro Bivalent von 1,71. Univalente traten nicht auf.
In Dyaden und Tetraden wurden keine Mikrokerne beobachtet.

3.1.2.1.2. 4xTrc (pers. Nak.x4x2/4)

In Metaphase I wurden ebenfalls durchschnittlich 14 Bivalente beobachtet,von denen 10 Ring- und 4 Stabbivalente waren. Das ergab auch hier eine Chiasmafrequenz pro PMZ von 24 und pro Bivalent von 1,71. Univalente wurden nicht gesehen.
84% der Dyaden hatten keine Mikrokerne. In 16% der Dyaden befand sich ein Mikrokern.
Die Tetraden hatten keine Mikrokerne.

3.1.2.1.3. 4xTrc (turg 36x4x4/2)x 4xTrc (pers. Nak.x4x2/4)

In Metaphase I wurden 13 Bivalente und 2 Univalente gebildet, die sich entweder als 6 Ring- und 7 Stabbivalente oder als 4 Ring- und 9 Stabbivalente identifizieren ließen. Letzteres war in 30 Zellen der Fall, während die andere Kombination nur in 3 Zellen auftrat.

Abbildung 9 zeigt eine Übersichtsaufnahme der Metaphase I dieser Linie.

Die durchschnittliche Chiasmafrequenz betrug pro PMZ 17,18 und

pro Bivalent 1,32. Möglicherweise handelte es sich bei den beiden Univalenten um ein Stabbivalent mit der Tendenz zu vorzeitiger Teilung.
In den Dyaden traten keine Mikrokerne auf, von den Tetraden enthielten 6% Mikrokerne, davon hatten 5% einen Mikrokern, 1% hatte zwei Mikrokerne.

3.1.2.1.4. 4xTrc (turg 4Ox2nIB)

In Metaphase I (Abb. 1O) wies diese Linie unterschiedliche Chromosomenkonfigurationen auf.

Die 14 Bivalente teilten sich in die Kombinationen 2 Ring- und 12 Stabbivalente, 5 Ring- und 9 Stabbivalente, 8 Ring- und 6 Stabbivalente sowie 13 Ring- und 1 Stabbivalent/e auf. Die durchschnittliche Chiasmafrequenz pro PMZ betrug 22,6 bzw. 1,61 pro Bivalent.
Univalente wurden nicht gefunden.
6% der Dyaden enthielten einen Mikrokern, die Tetraden hatten keine Mikrokerne.

3.1.2.1.5. 4xTrc (211/2x4x2/9)

In Metaphase I wurden 14 Bivalente (Abb. 11), aufteilbar in 1O Ring- und 4 Stabbivalente, gezählt. Daraus wurde eine durchschnittliche Chiasmafrequenz pro PMZ von 24 und pro Bivalent von 1,71 errechnet.
Univalente waren nicht vorhanden.
6% der Dyaden hatten einen Mikrokern, in 5% der Tetraden fand sich ein Mikrokern.

Tab.3: Meiosis-Analyse der 4x-Triticale-Linien

4xTriticale-Linie	Chiasmata/PMZ (pro Bivalent)	Dyaden %		Tetraden %	
		Mikrokerne ohne	mit	Mikrokerne ohne	mit
4xTrc(turg36x4x4/2)	24,0(1,71)	100	0	100	0
4xTrc(persNakx4x2/4)	24,0(1,71)	84	16	100	0
4xTrc(turg36x4x4/2) x(persNakx4x2/4)	17,2(1,32)+	100	0	94	6
4xTrc(turg40x2nIB)	22,6(1,61)	94	6	100	0
4xTrc(211/2x4x2/9)	24,0(1,71)	94	6	95	5
	22,36(1,61)	94,4	5,6	97,8	2,2

+) 13 II + 2 I

3.1.2.2. Triticum aestivum var. Chinese spring - Double-ditelosome Linien

Die meiotische Überprüfung des double-ditelosomen Weizenelters erfolgte ebenfalls im Metaphase I-Stadium.

Abbildung 12 zeigt die für das Chromosom 3B double-ditelosome Linie.
Es wurde die Chiasmafrequenz pro PMZ und pro Bivalent festgestellt. Für Ringbivalente wurden zwei Chiasmen, für Stabbivalente ein Chiasma zugrunde gelegt.
Es wurden durchschnittlich 22 Bivalente, aufteilbar in Ringe und Stäbe, gefunden. Die zwei telosomen Stabbivalente sind in Abbildung 12 durch Pfeile markiert.

Ein Vergleich der Chiasmafrequenz ist aus Tabelle 4 entnehmbar. Sie lag pro PMZ zwischen 34,0 und 38,6 und pro Bivalent zwischen 1,54 und 1,75 (Ø 1,61). Die Durchschnitts-Chiasmenfrequenz pro Bivalent war die gleiche wie für die 4x-Triticale (Ø 1,61).

3.1.2.3. F_1-Generation

Um eine Analyse der F_1-Bastarde erstellen zu können und daraus resultierend eine befriedigende Zuordnung der Weizenchromosomen der 4x-Triticale-Linien zu ermöglichen, wurden Untersuchungen des Metaphase I-Stadiums sowie des Dyaden- und Tetraden-Stadiums durchgeführt.

In Metaphase I wurden den Paarungstendenzen homologer Chromosomen entsprechend entweder

7 Bivalente und 22 Univalente,

1 Kettentrivalent, 6 Bivalente und 21 Univalente oder

1 Kettentrivalent, 5 Bivalente und 23 Univalente

identifiziert.

Die Kombination 7 Bivalente - 22 Univalente (7 IR + 7 ID + 6 I AB + 2 I telo) wurde gefunden, wenn die den Telosomen entsprechenden Chromosomen in den als Kreuzungspartner verwendeten Triticale-Linien nicht vorhanden waren. Trat die Kombination Trivalent - Bivalente - Univalente auf, so konnte für das Trivalent geschlossen werden, daß Paarung zwischen den beiden Telosomen mit dem entsprechenden homologen Weizenchromosom der Triticale-Linie stattgefunden hatte.

In drei Kreuzungskombinationen kam es sowohl zur Paarung mit dem telosomen A- als auch mit dem telosomen B-Chromosom der betreffenden Homoeologen-Gruppe.

Daraus wurde der Schluß gezogen, daß in der Triticale-Linie Translokationschromosomen vorhanden sind oder die Linie heterozygot für die betreffende Homoeologen-Gruppe war. Ähnliche Beobachtungen wurden auch von GUSTAFSON und KROLOW (1978) gemacht.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die in den hier untersuchten Linien vorhandenen A- und B-Chromosomen.

Tab.4: Meiosis-Analyse der double-ditelosomen Linien von Chinese spring

D/dit-Linie	Chiasmata/PMZ (pro Bivalent)	Dyaden %		Tetraden %	
		Mikrokerne ohne	mit	Mikrokerne ohne	mit
1 A	38,6 (1,75)				
2 A	34,0 (1,54)				
3 A	34,0 (1,54)				
4 A	36,0 (1,64)				
5 A	36,0 (1,64)				
6 A	36,4 (1,65)				
7 A	34,8 (1,58)	wurden nicht ausgewertet			
1 B	35,0 (1,59)				
2 B	36,0 (1,64)				
3 B	36,0 (1,64)				
4 B	34,0 (1,54)				
5 B	34,0 (1,54)				
6 B	34,0 (1,54)				
7 B	38,5 (1,75)				
	35,52(1,61)				

Tab.5: Zusammensetzung der 4x-Triticale-Linien in bezug auf die A- und B-Chromosomen

4xTriticale-Linie	Weizen-Genom / Homoeologe Gruppe							Anzahl der A- und B-Chromosomen	
	1	2	3	4	5	6	7		
4xTrc(turg36x4x4/2)	A	A	B	A	A	B	A	(A_5 B_2)	
4xTrc(persNakx4x2/4)	B	B	A/B	A	B	B	B	(A_1 B_6) (A_2 B_5)	Hetero-Chromosom in Gruppe 3
4xTrc(turg36x4x4/2) x(persNakx4x2/4)	A	B	B	A	B	B	A	(A_3 B_4)	
4xTrc(turg40x2nIB)	A	B	A	B	B	B	A/B	(A_2 B_5) (A_3 B_4)	Hetero-Chromosom in Gruppe 7
4xTrc(211/2x4x2/9)	B	B	B	B	B	A/B	B	(A_1 B_6) (B_7)	Hetero-Chromosom in Gruppe 6

3.1.2.3.1. F_1-Generation (D/dit 1A-7B) x (4xTrc (turg36x4x4/2))

Für diesen 4xTriticale konnte anhand der Paarungskonfigurationen in F_1 folgende Zusammensetzung für das Weizengenom ermittelt werden: 1A, 2A, 3B, 4A, 5A, 6B und 7A.
Das Verhältnis von A- zu B-Chromosomen wurde mit 5 : 2 ermittelt.
Chromosom 5B ist nicht vorhanden.

Bei Paarung der beiden Telosomen mit dem ihnen homologen Chromosom des tetraploiden Triticale entstand eine Dreier-Kette (Abb. 13: Kreuzung mit D/dit 3B), die durch das Auftreten von zwei Chiasmen charakterisiert ist und als Trivalent bezeichnet werden kann.

Die Bivalente waren als Ringe und Stäbe identifizierbar, wobei sowohl die Anzahl der Ringe als auch der Stäbe von 1 bis 5 variierte.
Giemsa-Untersuchungen ergaben, daß Roggenchromosomen nicht an den Paarungen beteiligt waren.
Die aufgetretenen Univalente (21 in Verbindung mit 1 III und 6 II) müssen demzufolge aus dem Roggengenom (7), dem D-Genom des Weizens (7) und den an der Paarung nicht beteiligten A- und B-Chromosomen (7) stammen.

In einigen Fällen konnte eine gewisse Orientierung zweier Univalente zueinander beobachtet werden. Es fand aber keine echte Paarung statt.

Wenn die Telosomen nicht in Paarungskonfigurationen involviert waren, weil im Triticale die homologen Partner fehlten, waren sie als telosome Univalente erkennbar.

Abbildung 14 zeigt die Konfiguration 7 II und 22 I nach Kreuzung mit D/dit 3A.

Die Chiasmafrequenz pro PMZ variierte insgesamt zwischen 10,6 und 12,4. Vermutlich ist das Fehlen von Chromosom 5B von Einfluß auf die Chiasmafrequenz gewesen.

Die Ergebnisse der reziproken Kreuzungen, die nur bei aufgetretenen Unklarheiten in die Auswertung einbezogen wurden, ergaben teilweise etwas abweichende Chiasmafrequenzen. Möglicherweise wurde die Chiasmabildung durch Plasmaeffekte beeinflußt.
Die Beurteilung des Dyadenstadiums ergab in einigen Fällen leichte Störungen.
In F_1-Pflanzen aus Kreuzungen mit D/dit 3A, D/dit 7A, D/dit 1B und D/dit 4B konnte ein kleiner dritter Sektor mit einem Mikrokern beobachtet werden.
Die Anzahl der normalen Dyaden betrug 51,43%, gestörte Dyaden traten in 48,57% der Fälle auf.
Bei Beurteilung des Tetradenstadiums wurden in F_1-Pflanzen aus Kreuzung mit D/dit 7A, D/dit 1B und D/dit 4B semilineare Tetraden (Abb. 15) gefunden.
Insgesamt gesehen waren 53,30% der Tetraden normal, 46,70% anormal.

Tab.6: Meiosis-Analyse der F_1-Generation. D/dit(1A-1B) x 4xTrc (turg36x4x4/2)

Kreuzung mit D/dit-Linie	Paarungskonfiguration in Metaphase I	Chiasmata PMZ	Dyaden % Mikrokerne ohne	Dyaden % Mikrokerne mit	Tetraden % Mikrokerne ohne	Tetraden % Mikrokerne mit
1 A	1III+6II+21I	12	52	48	59	41
2 A	1III+6II+21I	12,4	82	18	59	41
3 A	7II+22I	11,8(12,0)	40(50)	60(50)	45	55
4 A	1III+6II+21I	11,2	58	42	70	30
5 A	1III+6II+21I	11,4	52	48	78	22
6 A	7II+22I	11,8	66	34	67	33
7 A	1III+6II+21I	10,8(11,6)	72	28	61	39
1 B	7II+22I	(10,6)	42	58	60	40
2 B	7II+22I	11,2	40	60	40	60
3 B	1III+6II+21I	11,0	64	36	70	30
4 B	7II+22I	10,6(12,4)	68	32	-	-
5 B	7II+22I	11,2(10,6)	38	62	35	65
6 B	1III+6II+21I	(10,6)	28	72	47	53
7 B	7II+22I	10,6	18	82	2	98
		11,33	51,43	48,57	53,30	46,70

() reziproke Kreuzung, 4xTrc ♀

3.1.2.3.2. F_1-Generation (D/dit 1A-7B) x (4xTrc (pers.Nakx 4x2/4))

Das Weizengenom dieser Linie hatte folgende Zusammensetzung: 1B, 2B, 3A bzw. 3 B, 4A, 5B, 6B, 7B.
Das Verhältnis von A- zu B-Chromosomen im Triticale betrug 2 : 5 bzw. 1 : 6.
Chromosom 5B war vorhanden.

Das Chromosom der homoeologen Gruppe 3 bildete sowohl nach Kreuzung mit D/dit 3A als auch mit 3B ein Trivalent.

Zwei Erklärungen sind in diesem Falle möglich:

1. Es lag ein Translokationschromosom vor.
2. Die Linie war für das Chromosom der homoeologen Gruppe 3 heterozygot.

Die letzte Erklärung ist wahrscheinlicher.
Die Chiasmafrequenz pro PMZ lag für diese Kombination zwischen 10,4 und 13,4.
26,5% der Dyaden wiesen keine Störungen auf, 73,5% der Dyaden hatten Mikrokerne.
Der Prozentsatz ungestörter Tetraden betrug 38,18%, der Prozentsatz gestörter Tetraden 61,82%.
In Dyaden und Tetraden wurden Extra-Sektoren mit Mikrokernen gefunden.
In Kreuzungen mit D/dit 1B und 6B wurden semilineare Tetraden beobachtet.

Tabelle 7 gibt einen zusammenfassenden Überblick.

Tab.7: Meiosis-Analyse der F_1-Generation. D/dit (1A-7B) x 4xTrc (persNakx4x2/4)

Kreuzung mit D/dit-Linie	Paarungskonfiguration in Metaphase I	Chiasmata PMZ	Dyaden % Mikrokerne ohne	Dyaden % Mikrokerne mit	Tetraden % Mikrokerne ohne	Tetraden % Mikrokerne mit
1 A	7II+22I	12,4	24	76/6 $^{+1}$	70	30/1 $^{+2}$
2 A	7II+22I	11,6	18	82/8 $^{+1}$	30	70
3 A	1III+6II+21I	11,0	24	76/6 $^{+1}$	50	50/4 $^{+2}$
4 A	1III+6II+21I	10,4	38	62	⊖	⊖
5 A	7II+22I	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
6 A	7II+22I	12,0	54	46	10	90/1 $^{+2}$
7 A	7II+22I	11,6	8	92/4 $^{+1}$	⊖	⊖
1 B	1III+6II+21I	13,0(11,2)	⊖(34)	⊖(66)	68(46)	32(54)/9 $^{+2}$
2 B	1III+6II+21I	12,0	62	38/2 $^{+1}$	45	55
3 B	1III+6II+21I	13,4	28	72/12 $^{+1}$	50	50/3 $^{+2}$
4 B	7II+22I	11,6(10,8)	10	90/2 $^{+1}$	24	76
5 B	1III+6II+21I	13,2	22	78/6 $^{+1}$	14	86
6 B	1III+6II+21I	12,8	24	76	19	81/12 $^{+2}$
7 B	1III+6II+21I	11,4(12,0)	6	94/1 $^{+1}$	40	60/3 $^{+2}$
		12,03	26,5	73,5	38,18	61,82

() reziproke Kreuzung, 4xTrx ♀

$^{+1}$ Extra-Sektor

$^{+2}$ lineare Tetraden

3.1.2.3.3. F_1-Generation (D/dit 1A-7B) x (4xTrc (turg36x4x4/2) x 4xTrc (pers.Nakx4x2/4))

Für diesen Triticale wurde folgende Zusammensetzung des Weizengenoms ermittelt: 1A, 2 B, 3B, 4A, 5B, 6B, 7A.
Das Verhältnis A- zu B-Chromosomen betrug 3 : 4.
Chromosom 5B war vorhanden.

Abbildung 16 zeigt Trivalentbildung nach Kreuzung mit D/dit 3A.
Heterochromosomalie oder Translokationen traten in den Kreuzungen dieser F_1-Pflanzen nicht auf.

Die Zusammenfassung der Chiasmafrequenzwerte (Tab. 8) zeigt, daß die Chiasmafrequenz pro PMZ zwischen 12,0 und 10,0 variierte (Ø 11,35).

41,27% der Dyaden waren ungestört, 58,73% hatten Mikrokerne.
Bei den Tetraden waren 48% ohne Mikrokern, 52% besaßen Mikrokerne.

Tab.8: Meiosis-Analyse der F_1-Generation. D/dit (1A-7B) x 4xTrc (4xTrc(turg36x4x4/2))x (4xTrc(persNakx4x2/4))

Kreuzung mit D/dit-Linie	Paarungskonfiguration in Metaphase I	Chiasmata PMZ	Dyaden % Mikrokerne ohne	Dyaden % Mikrokerne mit	Tetraden % Mikrokerne ohne	Tetraden % Mikrokerne mit
1 A	1III+6II+21I	12,0(12,0)	52	48	55	45
2 A	7II+22I	11,0(11,0)	50	50	14	86
3 A	7II+22I	12,6	34	66	51	49
4 A	1III+6II+21I	12,0	16	84	45	55
5 A	7II+22I	11,4(11,4)	56	44	38	62
6 A	7II+22I	11,0	⊖	⊖	⊖	⊖
7 A	1III+6II+21I	10,0(11,8)	62	38	77	23
1 B	7II+22I	11,0	48	$52/2^{+1}$	74	26
2 B	1III+6II+21I	13,0	44	56	60	40
3 B	1III+6II+21I	11,6	36	64	30	70
4 B	7II+22I	11,4	20	80	42	58
5 B	1III+6II+21I	10,6	24	76	40	60
6 B	1III+6II+21I	11,0	54	$46/2^{+1}$	58	42
7 B	7II+22I	10,4	⊖	⊖	40	60
		11,35	41,33	58,66	48,0	52,0

() reziproke Kreuzung, 4xTrc ♀

$+_1$ Extra-Sektor

3.1.2.3.4. F_1-Generation (D/dit 1A-7B) x 4xTrc (turg4Ox2nIB)

Der 4x-Triticale hatte für das Weizengenom die Zusammensetzung 1A, 2B, 3A, 4B, 5B, 6B, 7A bzw. 7B.
Für A- und B-Chromosomen ergab sich daraus ein Verhältnis von 3 : 4 bzw. 2 : 5.
Chromosom 5B war vorhanden.
Chromosom 7 könnte ein Translokationschromosom sein. Jedoch ist auch hier Heterozygotie in der Homoeologengruppe 7 wahrscheinlicher.
Die Chiasmafrequenz pro PMZ (zusammengefaßt in Tab. 9) variierte zwischen 9,O und 11,4 (Ø 1O,61).

In den F_1-Pflanzen wurden neben dem Trivalent als Novum 5 II und 23 I beobachtet.
28,15% der Dyaden waren ohne Mikrokern, wobei in etlichen Fällen ein dritter Sektor abgetrennt war (Abb. 17).
Auch die Tetraden, 31,83% ohne Mikrokern, 68,17% mit Mikrokern, erwiesen sich teilweise als anormal.
In einigen Fällen wurden Polyaden festgestellt (Abb. 18).

Tab.9: Meiosis-Analyse der F_1-Generation. D/dit (1A-7B) x 4xTrc (turg4Ox2nIB)

Kreuzung mit D/dit-Linie	Paarungskonfiguration in Metaphase I	Chiasmata PMZ	Dyaden % Mikrokerne ohne	Dyaden % Mikrokerne mit	Tetraden % Mikrokerne ohne	Tetraden % Mikrokerne mit
1 A	1III+6II+21I	11,4	12	88/10 $^{+1}$	36	64/10 $^{+1}$
2 A	7II+22I	10,8	44	56	71	29
3 A	1III+6II+21I	11,0	14	86/2 $^{+1}$	22	78/2 $^{+1}$
4 A	7II+22I	11,0	42	58/10 $^{+1}$	26	74/26 $^{+1}$
5 A	7II+22I	11,4	58	42	Θ	Θ
6 A	7II+22I	11,2	46	54	35	65
7 A	1III+6II+21I	10,0	12	88/1 $^{+1}$	Θ	Θ
1 B	7II+22I	9,0	4	96	70	30
2 B	1III+6II+21I	10,0	10	90	7	93/6 $^{+1}$
3 B	7II+22I	9,6	10	90/38 $^{+1}$	18	82/5 $^{+1}$
4 B	1III+6II+21I	11,0	40	60	26	74
5 B	1III+6II+21I	11,0	60	40	29	71
6 B	1III+6II+21I	11,0	Θ	Θ	27	73
7 B	1III+6II+21I	10,2	14	86/6 $^{+1}$	15	85/28 $^{+1}$
		10,61	28,15	71,85	31,83	68,17

$^{+1}$ Extra-Sektor

3.1.2.3.5. F_1-Generation (D/dit 1A-7B) x 4xTrc (211/2x4x2/9)

Der 4x-Triticale (211/2x4x2/9) hatte ein Weizengenom der Zusammensetzung 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6A bzw. 6B, 7B.
A- und B-Chromosomen waren im Verhältnis 1 : 6 bzw. 0 : 7 vorhanden.
Chrososom 5B war vorhanden.
Auch hier wurde wieder eine Translokation ermittelt bzw. lag Heterozygotie in der Homoeologengruppe 6 vor.

In den Zellen, die ein Trivalent enthielten, wurden 5 II und 23 I ermittelt, wobei in einigen Fällen die Univalente zu Ketten verbunden waren. Die durchschnittliche Chiasmenfrequenz pro PMZ betrug 10,87.

Wie in allen bisher beschriebenen Fällen wurden sowohl Dyaden ohne Mikrokern (22,89%) als auch Dyaden mit Mikrokern (77,11%) ermittelt.

Ebenso verhielt es sich bei den Tetraden. 22% waren ohne Mikrokerne, 78% hatten Mikrokerne.
Auch hier wurde in beiden Stadien die Ausbildung zusätzlicher Sektoren gefunden.

Die Zusammenstellung der Ergebnisse befindet sich in Tabelle 10.

Tab.10: Meiosis-Analyse der F_1-Generation. D/dit (1A-7B) x 4xTrc (211/2x4x2/9)

Kreuzung mit D/dit-Linie	Paarungskonfiguration in Metaphase I	Chiasmata PMZ	Dyaden % Mikrokerne ohne	Dyaden % Mikrokerne mit	Tetraden % Mikrokerne ohne	Tetraden % Mikrokerne mit
1 A	7II+22I	10,4(10,4)	6	94	28	72
2 A	7II+22I	11,2	⊖	⊖	⊖	⊖
3 A	7II+22I	11,2(11,4)	16	84	14	86
4 A	7II+22I	11,2	50	50	20	80
5 A	7II+22I	11,4	16	84/2^{+1}	⊖	100
6 A	1III+5II+23I	10,2	⊖	⊖	34	66
7 A	7II+22I	11,2	⊖	⊖	⊖	⊖
1 B	1III+5II+23I	11,2	⊖	⊖	23	77/2^{+1}
2 B	1III+5II+23I	10,6	40	60	10	90
3 B	1III+5II+23I	11,4	⊖	⊖	⊖	⊖
4 B	1III+5II+23I	10,6	12	88/2^{+1}	⊖	⊖
5 B	1III+5II+23I	11,0	40	60/0^{+1}	25	75
6 B	1III+5II+23I	10,4	8	92	14	86
7 B	1III+5II+23I	10,2	18	82	52	48
		10,87	22,89	77,11	22,0	78,0

() reziproke Kreuzung, 4xTrc ♀

$+_1$ Extra-Sektor

3.1.2.4. Vergleich der Chiasmafrequenzen pro PMZ und pro Bivalent - Parentalformen und F_1-Generation

In Zusammenfassung der meiotischen Untersuchungsdaten (Tab. 11) konnte festgestellt werden, daß die Chiasmafrequenzen pro PMZ bei den Triticale-Linien zwischen 17,18 und 24,0 (Ø 22,36) und pro Bivalent im Bereich von 1,61 bis 1,71 (Ø 1,61) lagen.

Die Chiasmafrequenz der double-ditelosomen Linien bewegte sich pro PMZ zwischen 34,0 und 38,6 (Ø 35,52) und betrug pro Bivalent ebenfalls 1,61.

In der F_1-Generation ergaben sich Werte zwischen 9,0 und 13,4 (Ø 11,2) pro PMZ. Pro Bivalent bedeutete das Werte von 1,28 bis 1,91 (Ø 1,60).

Vergleicht man diese Werte miteinander, so kann festgestellt werden, daß sich in bezug auf die Chiasmafrequenzwerte pro Bivalent keine Unterschiede zwischen den Parentalformen und der aus ihnen hervorgegangenen F_1-Generation ergaben.

3.1.2.5. Vergleich der durchschnittlichen Chiasmafrequenzen pro Bivalent in bezug auf die Auswirkung von Chromosom 5B-Effekten

Für die 4x-Triticale-Linien kann geschlossen werden, daß das Vorhandensein oder Fehlen von Chromosom 5B keine wesentlichen Veränderungen der Chromosomenpaarungstendenzen zur Folge hatte. Vergleicht man die Linie 4xTrc (turg36x4x4/2), die Chromosom 5B nicht enthält, mit der Linie 4xTrc (persNakx4x2/4), in der Chromosom 5B vorhanden ist, so ist in beiden Linien die Chiasmafrequenz pro Bivalent 1,71 und damit gleich.

Tab.11: Zusammenfassung der Chiasmafrequenzwerte

	Chiasmafrequenz pro Bivalent					Chiasmafrequenz pro PMZ				
Linie	4xTrc (turg36 x4x4/2)	4xTrc (persNak x4x2/4)	4xTrc (turg36 x4x4/2) x(persNak x4x2/4)	4xTrc (turg40 x2nIB)	4xTrc (211/2x 4x2/9)	4xTrc (turg36 x4x4/2)	4xTrc (persNak x4x2/4)	4xTrc (turg36 x4x4/2) x(persNak x4x2/4)	4xTrc (turg40 x2nIB)	4xTrc (211/2x 4x2/9)
4xTrc einzeln	1,71	1,71	1,32 (13II+2I)	1,61	1,71	24	24	17,2	22,6	24
4xTrc Ø			1,61					22,2		
D/dit Ø			1,61					35,52		
F_1 einzeln	1,61	1,71	1,62	1,52	1,55	11,33	12,03	11,35	10,61	10,87
F_1 Ø			1,60					11,23		

3.1.2.6. Vergleich der Störungen im Dyaden- und Tetradenstadium (Durchschnittswerte)

Anhand von Tabelle 12 können Vergleiche zwischen den 4x-Triticale-Ergebnissen und denen der F_1-Generation im fortgeschrittenen Meiose-Verlauf vorgenommen werden.

Sie legen die Vermutung nahe, daß das vermehrte Auftreten von Mikrokernen, Extra-Sektoren und anormalen Tetraden Ausdruck irregulärer Verteilungsmechanismen ist, die den regulären Ablauf der Meiose und damit die Ausbildung funktionstüchtiger Gameten erheblich beeinträchtigen können.

Tab.12: Vergleich der Störungen im Dyaden- und Tetradenstadium

Linien	4xTriticale					F_1-Generation				
Stadien	1_1	2_1	3_1	4_1	5_1	1_2	2_2	3_2	4_2	5_2
Dyaden ohne Mikrokern (%)	100	84	100	94	94	51,43	26,5	41,27	28,15	22,89
Ø			94,5					34,058		
Dyaden mit Mikrokern (4)	0	16	0	6	6	48,57	73,5	58,73	71,85	77,11
Ø			5,6					65,942		
Tetraden ohne Mikrokern (4)	100	100	94	100	95	53,30	38,18	48,0	31,83	22,0
Ø			97,8					38,662		
Tetraden mit Mikrokern (4)	0	0	6	0	5	46,70	61,82	52,0	68,17	78,0
Ø			2,2					61,338		

1_1 - 4xTrc(turg36x4x4/2)
2_1 - 4xTrc(persNakx4x2/4)
3_1 - 4xTrc(turg36x4x4/2)(4x2/4)
4_1 - 4xTrc(turg40x2nIB)
5_1 - 4xTrc(211/2x4x2/9)

1_2 - (D/dit1A-7B) x 1_1
2_2 - (D/dit1A-7B) x 2_1
3_2 - (D/dit1A-7B) x 3_1
4_2 - (D/dit1A-7B) x 4_1
5_2 - (D/dit1A-7B) x 5_1

3.2. Morphologie und Fertilitätsuntersuchungen

3.2.1. Beschreibung der Ährentypen

Abbildung 19 und 20 zeigen Ährenfotos der Parentalformen und der aus beiden entstandenen F_1-Generation.

Die 4x-Triticale-Linien haben lange, begrannte Ähren. Die Ähren der double-ditelosomen Linien von Chinese spring sind relativ kurz und unbegrannt. Die Ähren der durch Kreuzung dieser beiden Formen entstandenen F_1-Generation entsprechen in bezug auf Ährenlänge und Begrannung einem intermediären Typ.

3.2.2. Samenansatz und Keimfähigkeit der F_1-Generation

Sowohl der Samenansatz der Kreuzungen als auch die Keimfähigkeit der Bastardsamen, aus der die F_1-Generation hervorging, waren gegenüber den Parentalformen reduziert.

Ein relativ hoher Arbeitsaufwand wurde daher notwendig, befriedigenden Samenansatz für alle erforderlichen Kreuzungskombinationen zu erreichen und genügend keimfähigen Samen zu bekommen.

Die Kreuzungsarbeiten brachten bei Verwendung der double-ditelosomen Linien als Mutter einen Kreuzungsansatz von 28,26% mit einer Keimfähigkeit von 40,15%. Pro bestäubte Blütenanzahl wurden 9,70% keimfähige Samen geerntet.
Bei Verwendung von 4x-Triticale als weiblichem Kreuzungspartner betrug der Samenansatz 2,65% und hatte eine Keimfähigkeit von 73,03%. Die Anzahl gekeimter Samen pro bestäubte Blütenzahl betrug 1,90%.

3.2.3. Untersuchungen auf Funktionstüchtigkeit männlicher und weiblicher Gameten

3.2.3.1. Untersuchung der Pollenvitalität von F_1-Pflanzen

Bei Anfärbung mit Jod-Jod-Kalium färben sich fertile Pollenkörner schwarz, sterile bzw. nicht funktionstüchtige bleiben hell.
Es wurden keine gefärbten Pollenkörner in den Antheren der F_1-Pflanzen gefunden.
Bei Anfärbung mit 0,5%iger Karminessigsäure erschienen die Pollenkörner im mikroskopischen Bild als stark geschrumpft.
Es wurde eine Bestätigung der schon bei der cytologischen Analyse der Meiosis aufgetauchten Vermutungen erhalten.

3.2.3.2. Untersuchung der Funktionstüchtigkeit der weiblichen Gameten der F_1-Pflanzen

Diese Überprüfung wurde mit Hilfe eines Rückkreuzungsprogramms der F_1-Generation mit verschiedenen der Tabelle 15 entnehmbaren Bestäuber-Linien durchgeführt.

Es wurden 326 Einzelblüten kastriert und mit dem Pollen der verschiedenen Rückkreuzungs-Linien bestäubt.

In keiner der Kreuzungs-Kombinationen wurde Samenansatz erzielt.
Hieraus wurde geschlossen, daß auch auf der weiblichen Seite der F_1-Generation die Reifeteilungen so stark gestört sind, daß daraus Sterilität resultiert.

Mangelnde Pollenvitalität und Funktionstüchtigkeit der Eizellen in der F_1-Generation machten es unmöglich, die telosomen Chromosomen über diese Generation hinaus zu beobachten und zu beurteilen.

Tab.13: Samensansatz und Keimfähigkeit der Kreuzungen D/ditx4xTrc

Kreuzung	Anzahl bestäubter Blüten	Samenansatz in %	Anzahl gekeimter Samen	Keimfähigkeit in %	Keimfähiger Samen in % der bestäubten Blüten
(D/dit1A-7B)x (4xTrc(turg36 x4x4/2)	1397	20,18	89	31,56	6,37
(D/dit1A-7B)x (4xTrc(persNak x4x2/4)	734	18,39	87	64,40	11,85
(D/dit1A-7B)x (4xTrc(turg36 x4x4/2)x(4xTrc (persNakx4x2/4)	533	24,95	63	47,36	11,82
(D/dit1A-7B)x (4xTrc(turg40 x2nIB)	853	28,25	113	46,88	13,25
(D/dit1A-7B)x (4xTrc(211/2 x4x2/9)	901	49,50	47	10,53	5,22
	Ø	28,25	Ø	40,15	Ø 9,70

Tab.14: Samenansatz und Keimfähigkeit der reziproken Kreuzungen 4xTrcxD/dit

Kreuzung	Anzahl bestäubter Blüten	Samenansatz in %	Anzahl gekeimter Samen	Keimfähigkeit in %	Keimfähiger Samen in % der bestäubten Blüten
(4xTrc36x 4x4/2) x (D/dit1A-7B)	1256	4,77	38	63,30	3,02
(4xTrc(persNak x4x2/4) x (D/dit1A-7B)	1156	2,33	18	66,60	1,56
(4xTrc(turg36 x4x4/2)x(4xTrc (persNakx4x2/4) x (D/dit1A-7B)	1381	1,52	20	95,23	1,45
(4xTrc(turg40 x2nIB) x (D/dit1A-7B)	1108	3,15	29	82,85	2,62
(4xTrc(211/2 x4x2/9) x (D/dit1A-7B)	1420	1,47	12	57,14	0,84
		Ø 2,65		Ø 73,02	Ø 1,90

Tab.15: Zusammenstellung der im Rückkreuzungsprogramm verwendeten Bestäuber-Linien

---

1. 4x-Roggen / TEKU

2. 4x-Triticale / (turg36x4x4/2) x (persNakx4x2/4)

3. 6x-Triticale / K205

4. 8x-Triticale / K103-108

4. DISKUSSION

4.1. Herkunft und Einsatz telocentrischer Chromosomen des Weizens Chinese spring

Da das Sortiment telocentrischer Linien des Weizens "Chinese spring" recht umfangreich ist, soll hier nur auf die Herkunft der in dieser Arbeit verwendeten double-ditelosomen Linien eingegangen werden.

Ausgangspunkt war die Kreuzung zweier für das gleiche Chromosom ditelosomer Linien mit anschließender Selbstung.
Unter den Nachkommen dieser Selbstungsgeneration fand sich ein geringer Anteil - meistens weniger als ein Sechzehntel - double-ditelosomer Pflanzen. Nach und nach wurde durch solche Kreuzungen ein vollständiges Sortiment aufgebaut.

Lediglich für das Chromosom 7D konnte keine double-ditelosome Linie selektiert werden. In diesem Fall wird auf die 7D-ditelosome Linie zurückgegriffen.

Aufgrund des euploiden Charakters der Double ditelosomen fallen Schwierigkeiten, die sich bei der Arbeit mit aneuploiden Tester-Sortimenten oft als störend erwiesen, weg.
Beim umfassenden Einsatz telosomer Linien wurden recht unterschiedliche Erkenntnisse über ihr cytologisches Verhalten gewonnen.

STEINITZ-SEARS (1968) beobachteten somatische Instabilität der Telosomen des Weizens, während SEARS (1972 b) nachwies, daß Crossing over reduziert wird, wenn das nach Kreuzung entstehende heteromorphe Bivalent sich aus einem telosomen und einem normalen Chromosom zusammensetzt.

GILL et KIMBER (1974) haben mit einer Kombination der Methoden Giemsa-Färbung und Einsatz telocentrischer Linien des Weizens

gute Ergebnisse in bezug auf Klärung von Verwandtschaftsbeziehungen beim Weizen erzielen können.

SALLEE et KIMBER (1978) stellten bei Arbeiten mit double-ditelosomen Linien von Triticum aestivum das Vorhandensein von 20 kompletten Bivalenten und zwei Stabbivalenten, bestehend aus den je zwei homologen telocentrischen Armen des 21. Chromosoms fest.

Die Möglichkeit, Tester-Linien des Weizens "Chinese spring" für analytische Zwecke einzusetzen, war abhängig von der Fertilität und Lebensfähigkeit der Kreuzungsprodukte (KIMBER et SEARS, 1980). Es wurde auch festgestellt, daß von Bedeutung ist, ob die telosomen Linien bei Kreuzungen als männlicher oder weiblicher Partner benutzt werden, und daß auch Konstitution und Quantität des telosom vorliegenden Materials (mono-, di- oder double-ditelosom) nicht ohne Einfluß auf den Arbeitserfolg und -aufwand bleiben.

Diese Aussagen können durch die in vorliegender Arbeit gemachten Beobachtungen bestätigt werden.

Es erwies sich, daß der Einsatz double-ditelosomer Linien in bezug auf Kreuzungsrichtung, Samenansatz, Keimfähigkeit und cytologische Analysierbarkeit der F_1-Generation gegenüber mono- und ditelosomen Linien die besten Ergebnisse brachte. Des weiteren konnte die Erkenntnis, daß telosome Chromosomen als phänotypische Marker hilfreich sein können, bestätigt werden.

Dennoch sollte bedacht werden, daß die Arbeiten und Schwierigkeiten, die mit dieser Art von Analyse verbunden sind, einen erheblichen Aufwand an Zeit und Kosten mit sich bringen.

4.2. Meiosis

4.2.1. Meiotische Stabilität

Untersuchungen der 4xTriticale konnten bestätigen, daß auf der Grundlage von Triticum turgidum basierende Triticale durch eine gute meiotische Stabilität gekennzeichnet sind (KALTSIKES, zitiert bei GUSTAFSON, 1976).

In Metaphase I wurden bei vier der hier untersuchten Triticale-Linien regelmäßig 14 Bivalente beobachtet (7II Weizen, 7II Roggen), so daß die Meiose-Störungen, hervorgerufen durch zusätzliche oder fehlende Roggenchromosomen,entfallen (RILEY et al., 1973).

Lediglich eine der analysierten Linien wich vom geregelten Meiose-Verlauf durch das Vorkommen von 13II und zwei Univalenten ab. Wahrscheinlich sind die Univalente auf ein vorzeitig geteiltes Bivalent zurückzuführen.

Da auch bei der meiotischen Analyse der Double-ditelosomen Chinese spring-Linien keine Unregelmäßigkeiten auftraten (22 II, davon zwei als Telobivalente, in Metaphase I), war zu erwarten, daß die Analyse des Triticale-Weizenmischgenoms mit Hilfe der Paarungstendenzen homologer Chromosomen möglich ist.

Die in dieser Arbeit untersuchten F_1-Pflanzen entsprachen in ihrem Paarungsverhalten während der meiotischen Teilungsphasen den theoretischen Erwartungen.

Bei Paarung zwischen im 4x-Triticale enthaltenen Weizenchromosomen und den ihnen entsprechenden Chromosomen der double-ditelosomen Tester-Linien erfolgte die Ausbildung eines Multivalentes (III).

Wenn im Triticale das dem double-ditelosom vorliegenden Chromosomenmaterial entsprechende Chromosom fehlte, wurden lediglich Bivalente gebildet, und das double-ditelosome Material war meist erkennbar in Form telocentrischer Univalente.
Die in einigen Fällen in F_1-Bastarden aufgetretene Zueinander-Orientierung von univalenten Chromosomen wurde auch von ROMERO et SENDINO (1982) in Form von End- zu- End und Seite-an-Seite-Anlagerung beim Weizen beobachtet.

4.2.2. Paarungstendenzen

FELDMAN (1966) prüfte, ausgehend von der Theorie, daß telocentrische Chromosomen normalerweise in Metaphase I mit einem ihnen homologen Chromosom (SEARS, 1952) eine Bindung eingehen, Paarungstendenzen zwischen normalen Weizenchromosomen und telocentrischen Chromosomen von Triticum aestivum var. Chinese spring.

Die Identifikation wurde anhand eines heteromorphen Bivalentes vorgenommen.

Es wurde ferner festgestellt, daß Triticum timopheevii bessere Paarung mit dem A-Genom als mit dem B-Genom zeigte, und daß "Chinese spring" ein primitiveres Chromosomen-Arrangement, ähnlich einigen Triticum turgidum-Linien, hat.

Die Formation von Multivalenten (anstatt des heteromorphen Bivalentes) deutet nach Meinung FELDMANS darauf hin, daß sich Triticum timopheevii vom A- und B-Genom des "Chinese spring" durch fünf Translokationen unterscheidet.

CHAPMAN et RILEY (1966) fanden bei Arbeiten mit "Chinese spring", telosom für das Chromosom 4A, und Triticum thaoudar Homologen-Paarung, dagegen in einer späteren Arbeit (CHAPMAN et al., 1976) keine Paarung zwischen Chromosom 4A und 4A von Triticum urartu.

Differenzen bei Paarungsabläufen mußte MILLER (1981) bei Kreuzungen von double-ditelosomen Chinese spring mit diploidem Weizen beobachten.

Die in einigen Versuchen unterbliebene Paarung mit D/dit 4A wurde damit erklärt, daß die Homologie zwischen diploidem und hexaploidem Weizen doch keine vollständige ist.

Deshalb wurde zum Ausschluß von Irrtümern empfohlen, sowohl durch Giemsa-Färbung als auch durch Einsatz von double-ditelosomen Linien die Ergebnisse zu sichern.

4.2.3. Einfluß telosomen Chromosomenmaterials auf Chiasmafrequenzen

SEARS et FU (1973) wiesen in Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Crossing over und Chiasmata nach, daß die Chiasmafrequenz im heteromorphen Bivalent niedriger war, als es die vorhergesagte Rekombinationsrate erwarten ließ. SALLEE et KIMBER (1978) fanden, daß unter dem Einfluß der Telosomen des Weizens die Chiasmafrequenz nicht reduziert wird.

LELLEY (1978) stellte fest, daß die Chiasmafrequenz in Triticale, entstanden aus "Chinese spring" nullisom 3A / tetrasom 3B und einer Roggeninzuchtlinie, von der Roggen- und der Weizenkomponente beeinflußt wird. Die Anzahl der Ringbivalente sank, wenn 3B nur disom vorlag. Wenn aber die 3B-Dosis erhöht wurde, so erfolgte ein Anwachsen der Chiasmafrequenz.

Bedingt durch den hohen Anteil an Univalenten ergab sich in vorliegender Arbeit ein Absinken der Chiasmafrequenz pro PMZ.

Die Durchschnittswerte blieben aber für die Chiasmafrequenz pro Bivalent gegenüber den Parentalformen unverändert. Sie be-

trugen für 4x-Triticale Ø 1,60, für D/dit "Chinese spring spring" 1,61 und für die F_1-Generation 1,60 pro Bivalent.

Es konnte also kein Absinken der Chiasmafrequenz pro Bivalent durch Interaktionen zwischen Genen der telosomen Chromosomen des Weizens und Genen des Roggens aus dem 4x-Triticale beobachtet werden.

4.2.4. Chromosom-5B-Effekte

Nach RILEY et MILLER (1970) und nach THOMAS et KALTSIKES (1971) werden Meiose-Unregelmäßigkeiten im Triticale durch genetische Mechanismen beeinflußt.

LELLEY (1976) beobachtete die Wirkung nulli/tetrasomer Weizenchromosomen auf die Paarung der Roggenchromosomen in Triticale. Bei zweifacher Dosis von Chromosom 5B wird die Chiasmabildung zwischen homologen Roggenchromosomen reduziert.

ROUPAKIAS et al. (1978) gehen davon aus, daß die Abwesenheit von Chromosom 5B im Triticale die Meiose-Dauer verlängert und zu geringerer Paarung führt.

KIMBER et SEARS (1980) untersuchten verschiedene Weizen und fanden, daß durch die Anwesenheit von 5B homoeologe Paarungen unterdrückt werden, während bei Abwesenheit von 5B ein Anwachsen der Homoeologen-Paarung festgestellt wurde.

LUKASZEWSKI (1984) stellte fest, daß das auf Chromosom 5B lokalisierte Paarungskontrollgen von geringer Bedeutung für die meiotische Stabilität der 4x-Triticale ist, und daß Abwesenheit von 5B sowohl die Paarung Homoeologer als auch Austausch von Chromosomen-Stücken begünstigt.

Nach seiner Ansicht könnte das die Entstehung von Translokationen zwischen den Parentalspecies fördern.

Für die hier untersuchten 4x-Triticale und die verschiedenen F_1-Hybriden können keine, aufgrund des Fehlens oder Vorhandenseins von 5B beruhenden, deutlichen Einflüsse auf die Paarungsaffinität der Chromosomen festgestellt werden. Die durchschnittliche Chiasmafrequenz blieb fast gleich pro Bivalent.

4.2.5. Translokationen und Heterozygotie

LELLEY et GUSTAFSON (1979) ermittelten Roggen-Pflanzen, die heterozygot für eine symmetrische Translokationen, cytologisch erkennbar an Ketten und Ringen aus vier Chromosomen, waren. Auswirkungen auf die Chiasmafrequenz wurden nicht festgestellt. BERNARD et al. (1984) testeten das cytologische Bild von in F_5 befindlichen 4x-Triticale. Diese enthielten haploid sieben Roggen- und sieben Weizenchromosomen.
Es wurde eine große Anzahl von Trivalenten, bestehend aus Roggen- und Weizenchromosomen, beobachtet.

Giemsa-Untersuchungen ergaben, daß die Weizenchromosomen nicht die klassischen Banden hatten. Daraus wurde auf das Vorliegen von Translokationen geschlossen, und daß 4x-Triticale mit Weizenmischgenom heterogene Chromosomen enthalten.

Sie vermuten, daß die heterogenen Chromosomen durch Homoeologen-Paarung bei Kreuzung von 6x-Triticale mit 2x-Roggen entstanden sind.

In der Arbeit von LUKASZEWSKI (1984) wurden Translokationen zwischen den Chromosomen 5A/5R und 3A/3B gefunden, wobei die letztere homozygot war.

Er hält die Entstehung von Translokationen und Modifikationen aufgrund der Tatsache, daß im Mischgenom die Chromosomen sehr unterschiedlicher Genome zusammenkommen, für möglich und meint, daß Translokationen zwischen Nicht-Homoeologen das Spektrum der möglichen Kombinationen reduziert.

Das könnte dann auch einer der Gründe sein, warum es schwierig ist,4x-Triticale mit reinem A- oder B-Genom herzustellen.

In der vorliegenden Arbeit wurden drei Linien der 4x-Triticale gefunden, deren Weizenchromosomen sich sowohl mit dem double-ditelosomen A- als auch mit dem homoeologen B-Chromosom paarte. Diese Paarungen fanden statt zwischen den Chromosomen 3A/B, 6A/B und 7A/B und wurden sowohl in primären als auch in sekundären Triticale beobachtet.

Es konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob die Ursachen für die Homoeologenpaarung im Auftreten von Translokationen liegen oder ob Heterozygotie aufgrund von Einkreuzungen das Geschehen beeinflußt hat.

Beim Abwägen beider Möglichkeiten wird für diese Arbeit dem Vorliegen von Heterozygotie das größere Gewicht gegeben.

FELDMAN (1966) äußerte die Vermutung, daß Translokationen durch Interaktionen zwischen den Genomen der Parentalspecies entstehen.

4.2.6. Einfluß der Roggenkomponente

In allen hier untersuchten Linien konnte das Vorhandensein eines diploiden Roggengenoms festgestellt werden.

Das entspricht auch Beobachtungen, die SCOLES, KALTSIKES et THOMAS (zitiert bei GUSTAFSON et BENNET,1976) bei Kreuzungen von "Trc Rosner" mit Triticale gemacht haben; nämlich, daß in Rosner haploid sieben Roggenchromosomen vorhanden sind.

Ebenso fanden LUKASZEWSKI et APOLINARSKA (1983) bei der Analyse von hexaploidem Wintertriticale bei der Mehrzahl der untersuchten Linien ein komplettes Roggengenom mit gut erkennbaren telomeren heterochromatischen Banden.

Unter 83 untersuchten Linien traten sieben auf, bei denen Translokationen zwischen D- und R-Chromosomen nicht ausgeschlossen werden konnten.

Auch bei Arbeiten mit 4x-Triticale konnte LUKASZEWSKI (1984) Linien mit komplettem Roggengenom und auch wieder solche mit Translokationen, in diesem Falle zwischen 5A/5R, nachweisen. Aus diesem Grunde vertraten die Autoren die Ansicht, daß zum Ausschluß von Fehlinterpretationen neben dem Einsatz der C-Banden-Technik in Zweifelsfällen der Einsatz telosomer Linien von Chinese spring eine gute Methode sei.

So fand PIERITZ (1970) ohne Giemsa-Färbung, daß die Morphologie der Roggenchromosomen leichten Veränderungen unterlag, wenn sie in tetraploiden oder hexaploiden Weizen eingebracht werden.

GUPTA (1970) beobachtete, daß die häufigsten Veränderungen am Satellitenchromosom des Roggens stattfanden und zwar am unter dem Satelliten gelegenen Chromosomenarm.

Nach RILEY et LAW (1965) führt Homozygotie des Roggengenoms zur Verringerung der Chiasmafrequenz und zu Unregelmäßigkeiten in Metaphase I. Die Anzahl der gepaarten Chromosomen nimmt mit steigendem Inzuchtgrad ab.

KROLOW (1966) fand heraus, daß Triticale, die Secale vavilovii als Kreuzungspartner enthielten, in ihren Eigenschaften schlechter waren als jene, an denen Secale cereale beteiligt war.

LELLEY (1975) meinte, daß bei fortgeschrittenem Zuchtmaterial mit niedriger Univalentfrequenz meiotische Unregelmäßigkeiten vorwiegend im Roggen-Genom vorkommen.

Um die nach Meinung LELLEYs (1981) auf Roggen-Genomeinfluß be-

ruhende cytologische Instabilität zu reduzieren und damit bessere Interaktionen zwischen Weizen- und Roggenchromosomen entstehen zu lassen, sollten Roggen-Inzuchtlinien Verwendung finden.

KIMBER (1981) vertrat dagegen die Ansicht, daß Roggen keinen Einfluß auf die Meiose des Weizen-Roggen-Hybrids hat.

Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen mit Giemsa-Bandentechnik konnten Zweifel in bezug auf das Vorhandensein allzu großer Variabilität innerhalb des Roggengenoms ausräumen. Es war erkennbar, daß das seit langem im 4x-Triticale adaptierte Roggenmaterial auch cytologisch recht einheitlich aussieht.
Lediglich in einer Linien wurde bei Chromosom 1R - dem Satellitenchromosom - unter dem Satelliten eine etwas schwächer gefärbte Bande gesehen, die jedoch kaum negative Auswirkungen haben dürfte.

4.3. Vergleich einiger Karyogramme

GILL et KIMBER (1974) bedienten sich der C-Bandentechnik, um sowohl die Chromosomen von Triticum aestivum und von seinen telocentrischen Abkömmlingen als auch von Secale cereale zu klassifizieren.

Für das A-Genom konnten sie feststellen, daß immer centromerisches Heterochromatin vorhanden war, und daß die Chromosomen 4A, 5A, 6A und 7A interstitielle Banden aufwiesen, während das für Chromosom 1A nicht mit Sicherheit ermittelt werden konnte. Das B-Genom hatte einen höheren Gehalt an Heterochromatin als das A-Genom. An den Chromosomen 1B und 6B wurden in der Nukleolar-Region breite dunkle Banden entdeckt.

Zwischen den drei Genomen des hexaploiden Weizens besteht hinsichtlich des Heterochromatingehaltes eine abfallende Tendenz

von B --- A --- D.
Zwischen dem kurzen Arm der Chromosomen 5A - 5B - 5D wurde Homoeologie festgestellt.

Das Karyogramm von Secale cereale ergab für alle Chromosomen eine submediane Lage des Centromers und ausgeprägte terminale Heterochromatinbereiche.

GUSTAFSON et KROLOW (1978) analysierten drei 4x-Triticale mit C-Bandentechnik, um insbesondere die Konstitution der Weizenchromosomen aufzuklären.

Alle Linien enthielten sieben Chromosomen mit den Banden von Secale cereale und ein Mischgenom aus Chromosomen der Genome A und B des Weizens.

Grundlage der Auswertung war das Karyogramm von Triticum turgidum und von Secale cereale.

Bei Triticum turgidum zeigten alle Chromosomen des A-Genoms centromerisches Heterochromatin und mehr (3A, 4A, 5A, 6A und 7A) oder weniger (2A) bis gar nicht (1A) ausgeprägte interstitielle Banden.

Das ergab für GUSTAFSON nur geringe Variation beim Vergleich mit dem Triticum aestivum-Karyogramm von GILL et KIMBER.
Für das B-Genom wurde ein höherer Heterochromatingehalt bestimmt.

Die Chromosomen hatten interstitielle und centromerische Banden an einem oder an beiden Armen.

Insgesamt gesehen wurden Abweichungen zwischen den Weizenchromosomen von 4x-Triticale und ihrem Weizenelter Triticum turgidum beobachtet.

Mögliche Ursachen dafür sah GUSTAFSON in:

1. Homoeologen-Paarung zwischen Chromosomen des A- und B-Genoms.

2. Translokationen zwischen den Chromosomen 3A/3B und 6A/6B.

3. Deletion bei Chromsom 7B.

Die Roggenchromosomen repräsentierten alle den gleichen Karyotyp.

LUKASZWESKI (1984) fand bei allen untersuchten 4x-Triticale-Linien ein Weizenmischgenom und sieht als Entstehungsursache für die unterschiedliche Zusammensetzung dieser Genome Selektionsdruck gegen bestimmte Weizenchromosomen.

Grundlage für die Auswertung der C-Bandenanalyse war das Karyogramm von Triticum aestivum var. Chinese spring.
Es wurde in jeder homoeologen Gruppe eine Heterogenität des Weizengenoms gefunden.
Starker Selektionsdruck wirkte gegen die Chromosomen 1B, 2B, 3A, 4A und 7A. Begünstigt wurden die Kombinationen aus 1A, 2A, 3B, 4B, 5A und 5B, 6A oder 6B und 7B. Es wurden Differenzen in der Frequenz,mit der die verschiedenen Chromosomen auftraten, beobachtet.

Die von KROLOW hergestellten 4x-Triticale waren konstant in den Homoeologengruppen 2A - 3B, während die Triticale aus Polen in diesen Homoeologengruppen die größte Variabilität hatten. Chromosom 1B war im Material von KROLOW häufiger vorhanden als im übrigen.

In allen untersuchten Linien wurden für das Roggengenom Stabilität, verbunden mit einer leichten Variabilität des Heterochromatingehaltes, beobachtet.

Im Vordergrund der eigenen Arbeiten stand die Karyogramm-Analyse des Weizenmischgenoms mit Hilfe der double-ditelosomen Linien von "Chinese spring".

Es wurden in den einzelnen Linien verschiedene Kombinationen gefunden.

Tabelle 16 gibt einen Überblick, in welcher Häufigkeit die einzelnen Chromosomen des A- und B-Genoms auftraten.
Am häufigsten vorhanden war das Chromosom 6B, am wenigsten die Chromosomen 2A, 5A und 6A.

Das stimmt nicht mit den Beobachtungen von LUKASZWESKI überein. Bei den Untersuchungen mit C-Bandentechnik wurde die Stabilität des Roggengenoms festgestellt.
Die von LUKASZWESKI beobachtete leichte Variation in der Heterochromatinmenge konnte in bezug auf Chromosom 1R bestätigt werden.

Zur Beurteilung der Weizenkomponente der hier untersuchten Linien wurde für die Reihung der Chromosomen das Triticum aestivum-Karyogramm als Beurteilungsgrundlage gewählt.

Für die fünf untersuchten tetraploiden Triticale wurde festgestellt, daß sie ein Weizenmischgenom (AB)(AB) enthalten, wobei die Anzahl der in ihnen enthaltenen Chromosomen unterschiedlich ist.

Tab.16: Häufigkeit der A- und B-Chromosomen im Weizenmischgenom der 4x-Triticale-Linien

Genom	A		B	
Chromosomen	normal	Translokation bzw. Heterozygotie	normal	Translokation bzw. Heterozygotie
1	3		2	
2	1		4	
3	1	1	3	1
4	3		2	
5	1		4	
6	0	1	4	1
7	2	1	2	1

2B	5B	6B	1A	4A	3B	7A	1B	4B	7B	2A	3A	5A
(4x)	(4x)	(4x)	(3x)	(3x)	(3x)	(2x)	(2x)	(2x)	(2x)	(1x)	(1x)	(1x)

Abnahme des Vorhandenseins der einzelnen Chromosomen
(ohne Translokationschromosomen bzw. heterozygote Homoeologengruppe)

4.4. Fertilität

Verschiedene Ursachen können den teilweise recht geringen Kreuzungserfolg bei der Herstellung der F_1-Generation und die Pollensterilität und Funktionstüchtigkeit der Pollenmutterzellen der F_1 bedingt haben.

In zahlreichen Arbeiten (MÜNTZING, 1957; SANCHEZ-MONGE, 1959; RUPERT, 1973 und WEIMARCK, 1973) wird die Meinung vertreten, daß Meiosis-Stabilität und anwachsende Fertilität in Zusammenhang stehen.

Dagegen wenden sich RILEY et CHAPMAN (1975) und MERKER (1971). Sie betrachten genetische Faktoren als Ursache.

GUSTAFSON et QUALSET (1975) erkannten, daß meiotische Stabilität und Fertilität in keiner Relation stehen, und daß es auch keine Korrelation zwischen Meiosis-Stabilität und Lebensfähigkeit von Pollen gibt.

LELLEY et GUSTAFSON (1979) fanden, daß in Roggen-Linien, in denen Translokationen auftrat, als Konsequenz in 50% der Fälle Pollensterilität, abhängig vom Ort der Translokation, auftrat.

FEDAK (1982) hatte bei Kreuzungen von Chinese spring-Substitutionslinien mit Gerste keinen Kreuzungsansatz, wenn die Substitutionslinien 5A, 5B und 5D enthielten.

MERKER (1973 a) fordert, durch reziproke Kreuzungen den Einfluß des Cytoplasmas auszuschließen.

Für die hier durchgeführten Arbeiten kann vermutet werden, daß die teilweise vorhandene Heterozygotie des Triticale-Weizen-Mischgenoms Auswirkungen auf Pollenvitalität und Sterilität gehabt hat, die sich in Samenansatz und Keimfähigkeit des

Samens bemerkbar machten. Die reziproken Kreuzungen ergaben, daß bei zwar etwas geringerem Ansatz die Keimfähigkeit des Materials teilweise erheblich besser war.

Also scheint es empfehlenswert, die double-ditelosomen Linien sowohl als weiblichen wie auch als männlichen Kreuzungspartner einzusetzen, um den Umfang des Arbeitserfolges zu erweitern.

5. ABBILDUNGEN

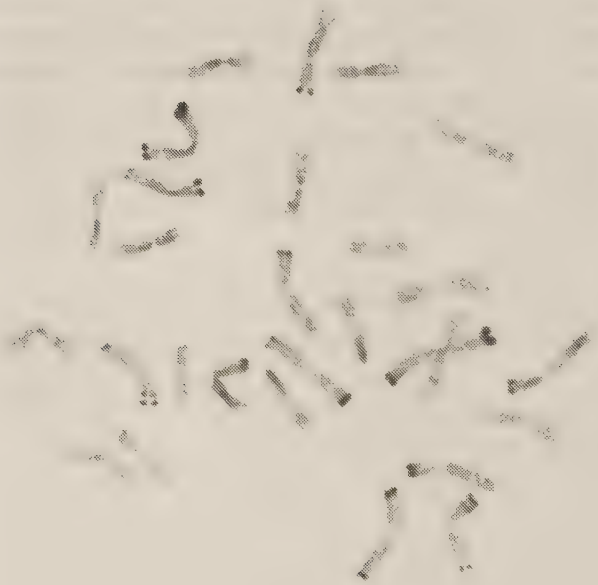


Abb.1: 4xTrc (turg36x4x4/2), 2n=28

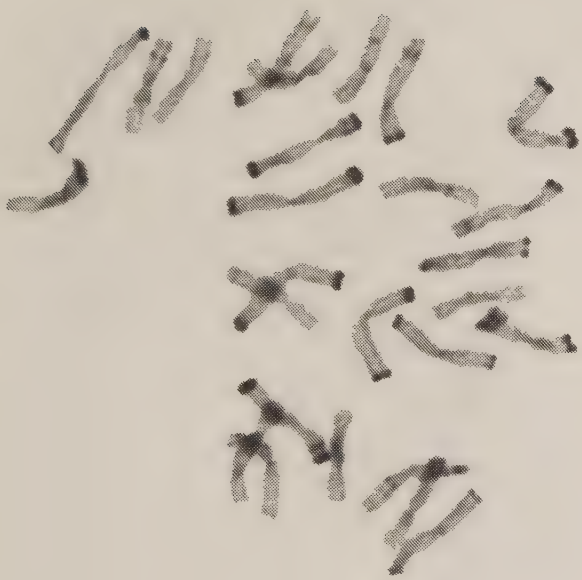


Abb.2: 4xTrc (persNakx4x2/4), 2n=28

Abb.3: (4xTrc (turg36x4x4/2)x(4xTrc (persNakx4x2/4)), 2n=28

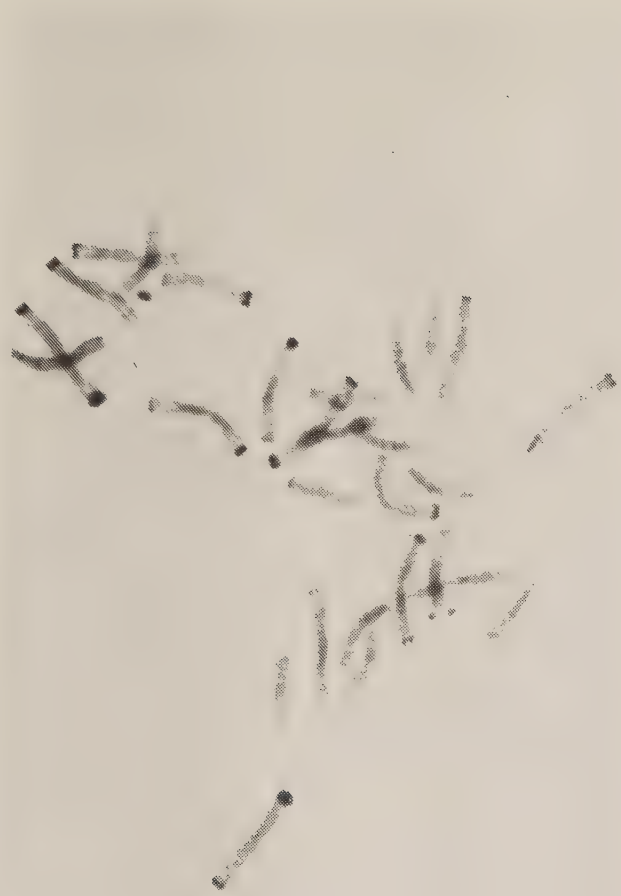


Abb.4: 4xTrc (turg4Ox2nIB), 2n=28

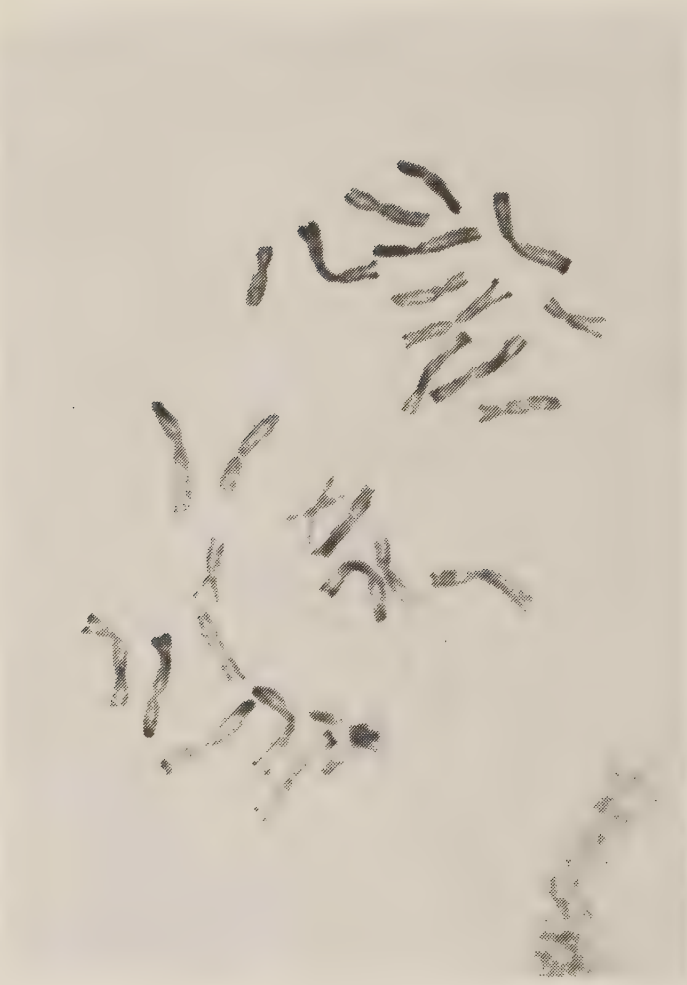


Abb.5.: 4xTrc (211/2x4x2/9), 2n=28

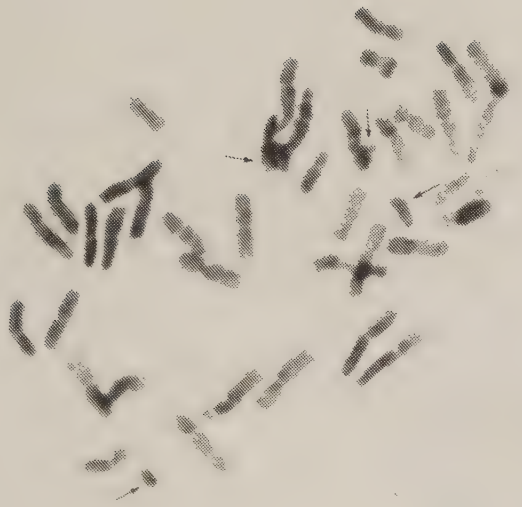


Abb.6: Triticum aestivum var. Chinese spring D/dit 1A,
2n= 6x= 40+4 tel
→

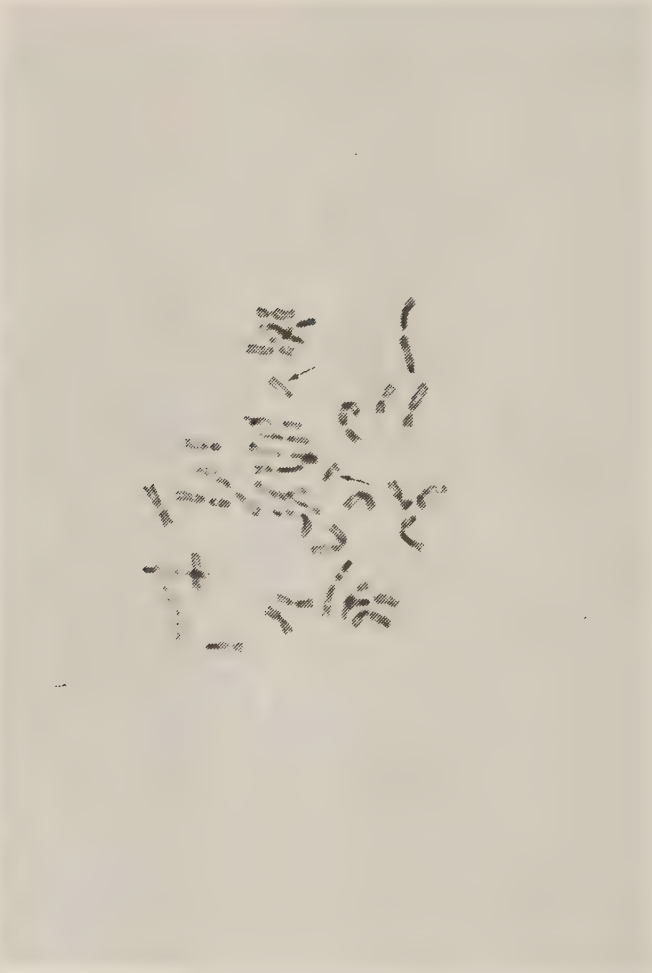


Abb.7: F_1-Generation
Chinese spring D/dit 1A/4xTrc (turg36x4x4/2),
2n=34+2 tel
→

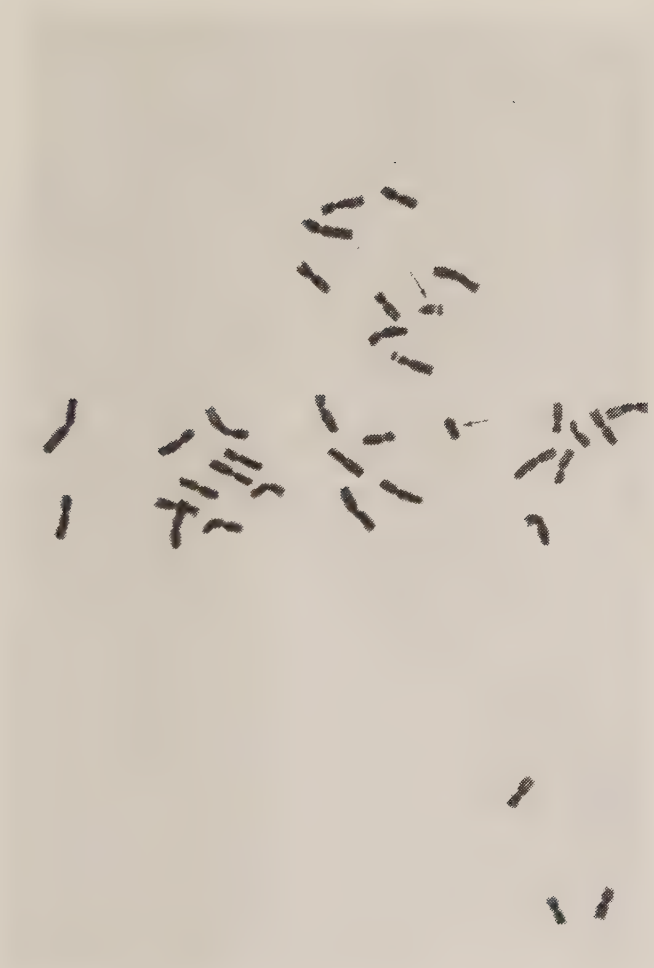


Abb.8: F_1-Generation
Chinese spring D/dit 1B/4xTrc (turg36x4x4/2),
2n=34+2 tel →

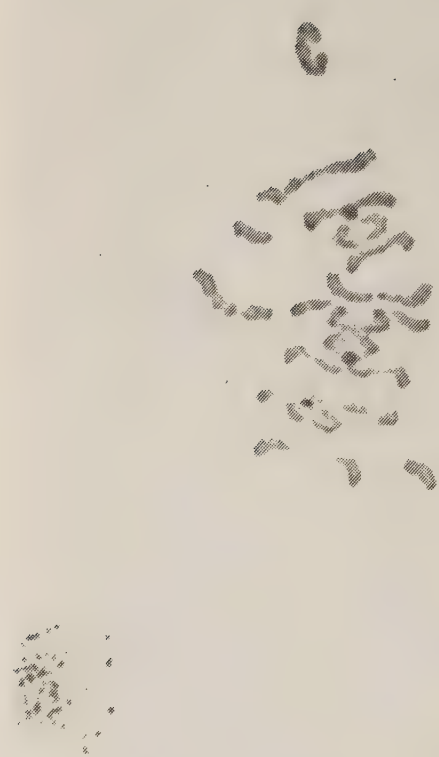


Abb.9: Metaphase I
4xTrc (turg36x4x4/2) x (persNakx4x2/4),
13 II, 2 I

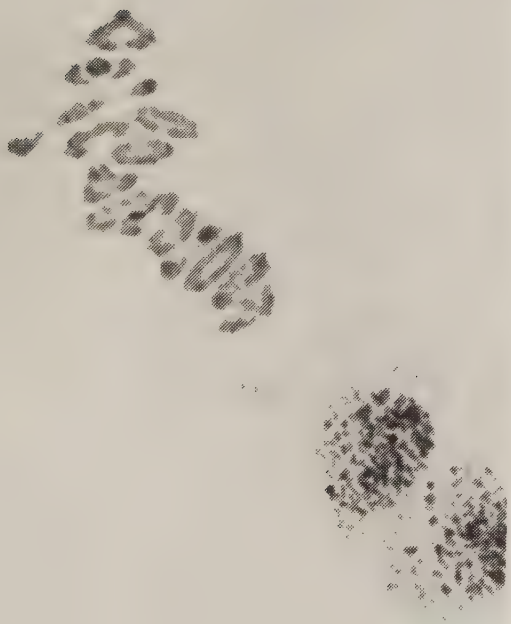


Abb.10: Metaphase I
4xTrc (tu g40x2nIB),
14 II

Abb.11: Metaphase I
4xTrc (211/2x4x2/9),
14 II

Abb.12: Metaphase I
Triticum aestivum var. Chinese spring D/dit 3B,
22 II (16R+4St+1St telo short → + 1St telo long →)

Abb.13: Metaphase I, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 3B/4xTrc (turg36x4x4/2),
1 III, 6 II, 21 I

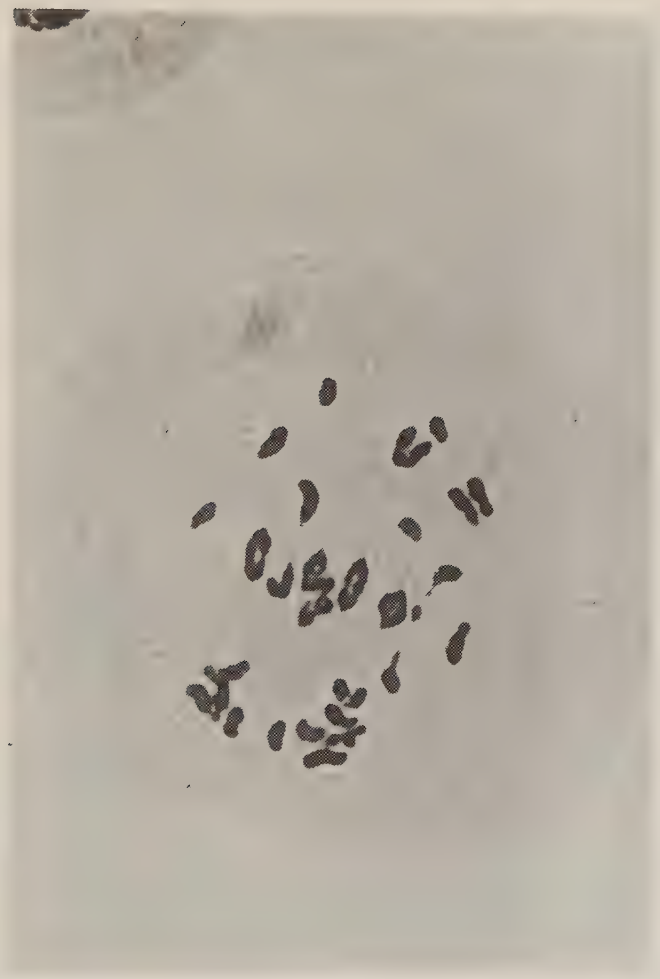


Abb.14: Metaphase I, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 3A/4xTrc (turg36x4x4/2),
7 II, 22 I

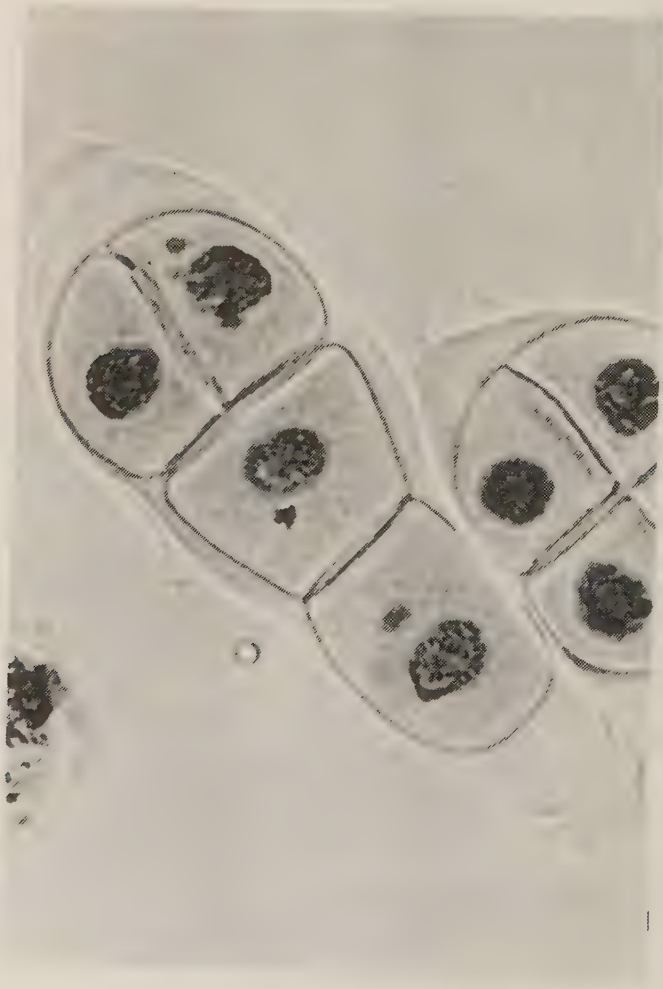


Abb.15: Telophase II, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 7A/4xTrc (turg36x4x4/2),
semilineare Tetrade

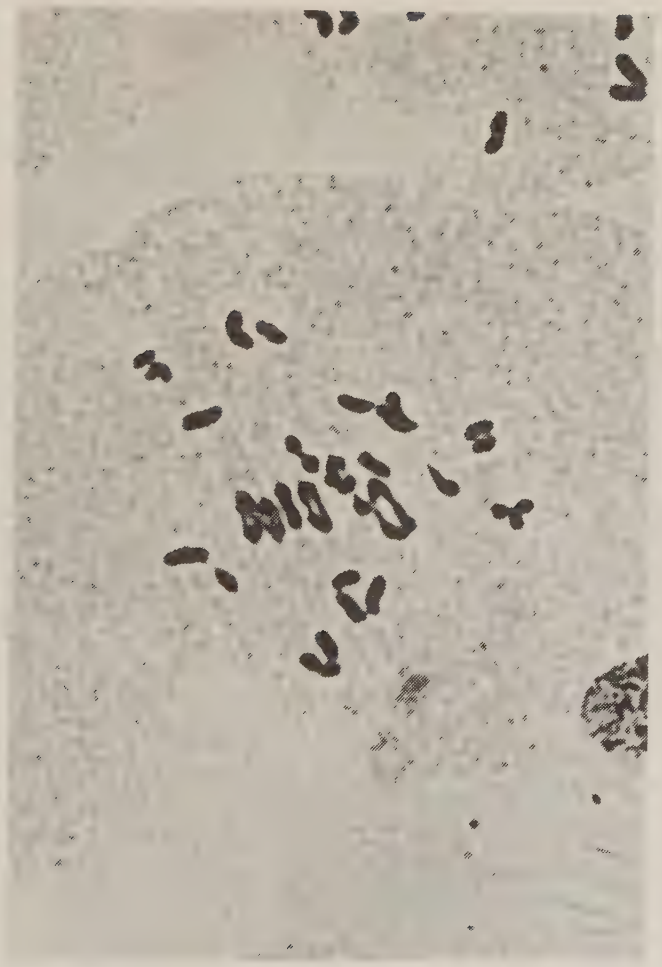


Abb.16: Metaphase I, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 3A/4xTrc (turg36x4x4/2)
(persNakx4x2/4),
1 III, 6 II, 21 I

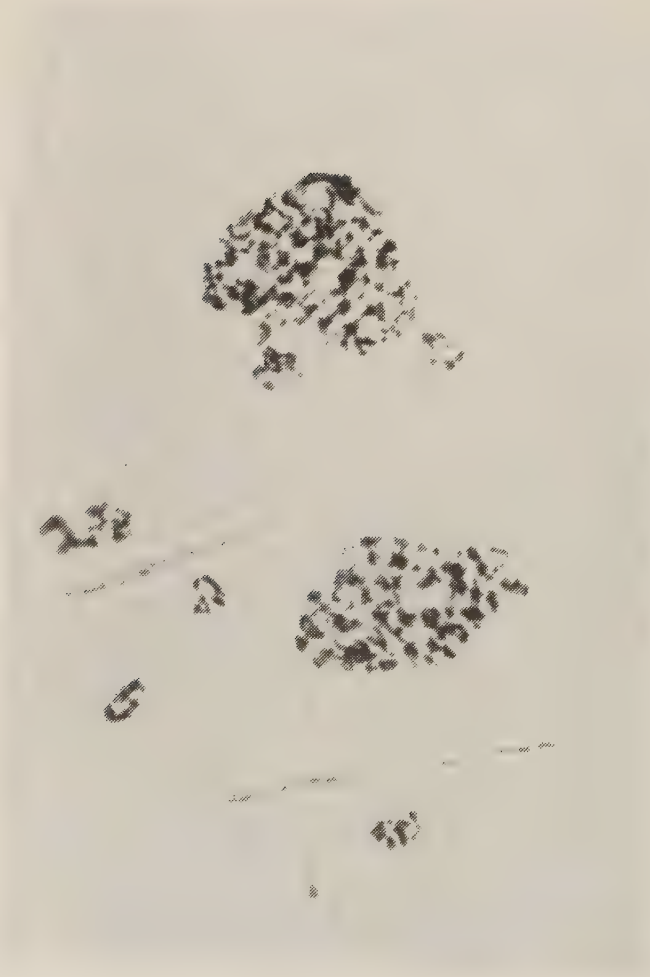


Abb.17: Dyade, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 3B/4xTrc (turg4Ox2nIB),
Abschnürung eines Extra-Sektors

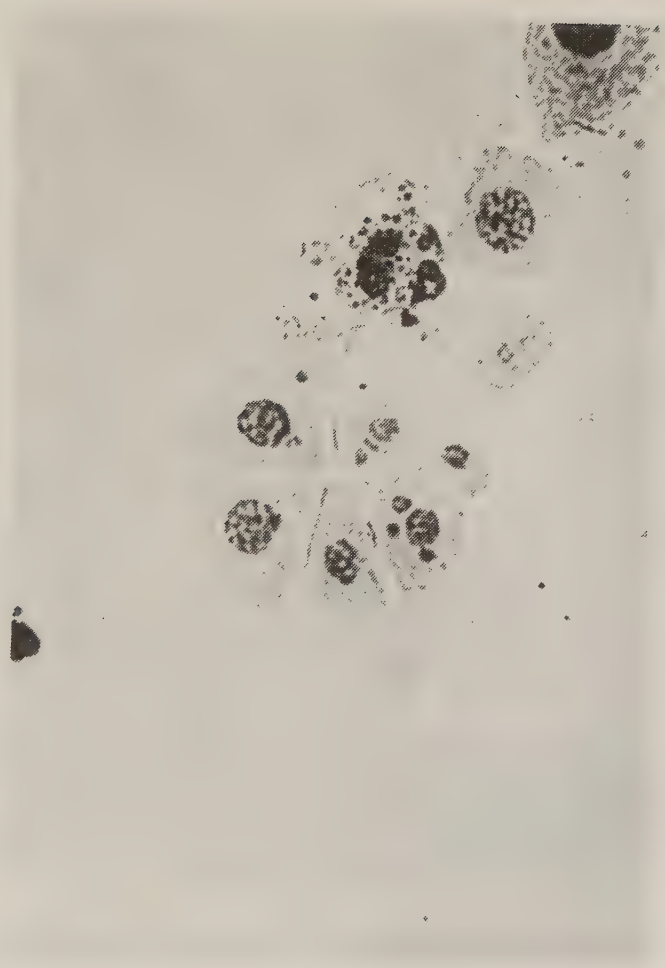


Abb.18: Telophase II, F_1-Generation:
Chinese spring D/dit 3B/4xTrc (turg4Ox2nIB),
Ausbildung von Polyaden

Abb.19: von links nach rechts
Ähren von Chinese spring D/dit 4B,
4xTrc (211/2x4x2/9),
F_1-Generation aus beiden

Abb.20: von links nach rechts
Ähren von Chinese spring D/dit 4B,
4xTrc (persNakx4x2/4),
F_1-Generation aus beiden

6. SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Die Analysen dieser Arbeit stützen sich auf zwei Methoden. Vorrang hatte das Arbeiten mit den double-ditelosomen Linien von "Chinese spring".
Zusätzlich wurde die Giemsa-Technik genutzt.

Die Kombination beider Verfahren hat für die Ergebnisse und Aussagen mehr Sicherheit gebracht und erlaubt es auch, Arbeitsaufwand und Kosten der zur Verfügung stehenden Untersuchungsmöglichkeiten zu betrachten.

Aufgrund der Analysen, bei denen nur die Giemsa-Technik eingesetzt wurde, blieben in einigen Fällen Unklarheiten bestehen. Diese lassen sich durch das Arbeiten mit Double ditelosomen unter der Voraussetzung ihrer Echtheit klären.

Wenn die Möglichkeit besteht, optimale Bedingungen hinsichtlich der Durchführung der Kreuzungsarbeiten zu schaffen, sollte die Sicherheit der Ergebnisse höher bewertet werden als der Arbeitsaufwand.

Auch mit der Giemsa-Methode können nur gute Ergebnisse erzielt werden, wenn die Methode beherrscht wird.

Sicher zu sein scheint, daß die Einkreuzungen, die zu Translokationschromosomen und zu Heterozygotie von Homoeologengruppen führen können, eindeutiger mit Hilfe der Telosomen-Analyse identifiziert werden können.

7. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die somatische Chromosomenzahl der untersuchten Linien von 4x-Triticale war stabil (2n = 4x = 28).

2. Die Meiosis verlief nahezu störungsfrei (14 II). Alle Linien enthielten 7 II vom Weizen und 7 II vom Roggen. Ausnahme bildete eine Linie, bei der auf der Weizenseite 2 Univalente gefunden wurden, die ihren Ursprung vermutlich in einem zu vorzeitiger Teilung neigenden Bivalent haben.

3. Die Linien von Triticum aestivum var. Chinese spring-double-ditelosom waren mit 2n = 6x = 40 + 4 tel cytologisch stabil.

4. In der Meiosis wurden 22 Bivalente gebildet.

5. Die somatische Chromosomenzahl der euploiden F_1-Pflanzen betrug 34 + 2 tel, die der aneuploiden Abweicher 33 + 2 tel. Die Aneuploiden wurden selektiert und nicht bearbeitet.

6. In Metaphase I der F_1 wurden die den Paarungstendenzen homologer Chromosomen entsprechenden Chromosomenkonfigurationen (Trivalente, Bivalente und Univalente) untersucht. Die Trivalente wurden zur Indentifizierung der im 4x-Triticale enthaltenen Weizenchromosomen benutzt.

7. Das Vorhandensein von Chromosom 5B im 4x-Triticale hatte keine erkennbaren Auswirkungen auf die Ausbildung der Chiasmata pro PMZ und pro Bivalent.

8. In drei Triticale-Linien besteht aufgrund der Heterogenität einzelner Chromosomen die Möglichkeit, daß für die Homoeologiegruppen Heterozygotie vorliegt.

   Es läßt sich aber auch das Vorkommen von Translokationen nicht ausschließen.
   Betroffen davon waren die Homoeologengruppen 3, 6 und 7.

9. Die Analyse des Weizenmischgenoms ergab, daß die Chromosomen der A- und B-Genome in unterschiedlicher Häufigkeit vertreten waren.
   Am häufigsten vorhanden waren die Chromosomen 2B, 5B und 6B, während die Chromosomen 2A, 3A und 5A den geringsten Anteil ausmachten.

10. Im Dyaden- und Tetradenstadium entstanden vermehrt Mikrokerne, Extra-Sektoren und anormale Tetraden.

11. Der Samenansatz nach Kreuzung und die Keimfähigkeit der Samen waren nicht optimal.

12. Die F_1-Generation war gekennzeichnet durch äußerst stark reduzierte Pollenvitalität und Sterilität.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ALONSO, L.C. et KIMBER, G.; A study of Genomic Relationships in Wheat Based on Telocentric Chromosome Pairing - I. Z. Pflanzenzüchtung, 90, 23-31, 1983.

BERNARD, M., BERNARD, S., SAIGNE, B.; Tetraploid Triticales: Investigations on their Genomic and Chromosomal Constitution. Clermont-Ferrand 1984.

BLAKESLEE, A.F. et AVERY, A.G.; Methods of inducing chromosome doubling in plants. J. Heredity 28, 393, 1937.

CHAPMAN, V. et RILEY, R.; The allocation of the chromosomes of Triticum aestivum to the A-and B-genomes and the evidence of genome structure. Can. J. Genet. Cytol. 8, 57-63, 1966.

CHAPMAN, V., MILLER, T.E. et RILEY, R.; Equivalence of the A-genome of bread wheat and that of Tr. urartu. Genet. Res. Cam., 27, 64-76, 1976.

FELDMAN, M.; Identification of unpaired Chromosomes in F_1-Hybrids involving Tr. aestivum and Tr. timopheevii. Can. J. Genet. Cytol. 8, 144-151, 1966.

FU, T.K., SEARS, E.R.; The relationship between chiasmata and crossing over in Triticum aestivum. Genetics 75, 231-246, 1973.

GILL, B.S. and KIMBER, G.; Giemsa-C-Banding and the Evolution of Wheat. Proc. Nat. Acad., SCI, USA, Vol.71, No. 10, 4086-4090, 1974.

GUPTA, P.K.; Variability in the morphology of rye (Secale cereale) chromosomes when placed in wheat (Triticaum aestivum) background. Phyton (Austria) 14, 9-13, 1970.

GUSTAFSON, J.P.; The Evolutionary Development of Triticale: The wheat-Rye Hybrid. Evolutionary Biology, Vol. 9, 1976.

GUSTAFSON, J.P. and BENETT, M.D.; Preferential Selection for Wheat-rye Substitutions in 42-Chromosome Triticale. Crop Science, Vol. 16, 688-693, 1976.

GUSTAFSON, J.P. et KROLOW, K.-D.; A tentative identification of chromosomes present in tetraploid triticale based on heterochromatic banding patterns. Canad. J. Genetic Cytol. 20, 199-204, 1978.

KIMBER, G., SEARS, E.R.; Use of Wheat Aneuploids. Reprinted from Polyploidy. Biological Relevance. Edited by Lewis, W.H., 1980.

KIMBER, G. et ALONSO, L.C.; The analysis of meiosis in hybrids. III. Tetraploid hybrids. Can. J. Genet. Cytol. 23, 235-254, 1981.

KISS, A., RAJHATHY, T.; Untersuchungen über die Kreuzbarkeit innerhalb des Subtribus Triticinae. Züchter 26, 127-136, 1956.

KROLOW, K.-D.; 4xTriticale, production and use in Triticale breeding. Proc.Int. Wheat Genet. Symp.4th, Columbia, Missouri, 237-243, 1973.

KROLOW, K.-D.; Research work with 4xTriticale in Germany (Berlin), in: Triticale, Proc. Int. Symp. El Batan, Mexiko, 1973. Edited by R. Mac Intyre and M. Campbell. Int. Develop. Res. Centre Monogr. Ottawa, IDRC-204 e. pp. 51-60, 1974.

KROLOW, K.-D.; Selection of 4xTriticale from the cross 6xTriticalex2x-rye, in: Triticale studies and breeding. Proc. Int. Symp., Leningrad, USSR, 114-122, 1975.

KROLOW, K.-D.; Problems and Prospects of Triticale. Plant Research and Development, Vol.6, 1977.

LARTER, E.N., TSUCHIYA, T. et EVANS, L.; Breeding and Cytology of triticale. Proc. Int. Wheat Genet. Symp., 3rd, Aust. Acad. SCI, Canberra, 213-221, 1968.

LELLEY, T.; Identification of univalents and rod bivalents in Triticale with giemsa. Z. Pflanzenzüchtung 75, 252-256, 1975.

LELLEY, T.; Effect of Nulli/Tetrasomic Constitution of Wheat Chromosomes on the Pairing of Rye Chromosomes in Triticale Z.Pflanzenzüchtung 77, 89-99, 1976

LELLEY, T.; Specific interaction for meiotic regulation of wheat and rye in triticale: consequences for tricale breeding. V. International Wheat Genetic Symposium, 1978.

LELLEY, T., GUSTAFSON, J.P.; Genotypically controlled alternate distribution of translocated chromosome in the rye cultivar "Snoopy" Z.Pflanzenzüchtung 82, 306-310, 1979.

LELLEY, T.; Meiotic Behaviour of the Rye Genome in Triticale, aus: Induced variability in plant breeding. Proc. Int. Symp. Mutation and Polyploidy of Eucarpia, Wageningen, 1981.

LUKASZEWSKI, A.J. et APOLINARSKA, B.; Recognition of modified rye chromosomes and a chromosome substitution in winter triticale. Cereal Research Communications, Vol. 11, No. 3-4, 285-286, 1983.

LUKASZEWSKI, A.J. et al.; Chromosome constitution of tetraploid Triticale Z.Pflanzenzüchtung 93, 222-236, 1984.

MEISTER, G.K.; The present purposes of the study of interspecific hybrids. Proc. USSR, Cong. Genet.Plant-Anim. Breed. 2, 27-43, 1930.

MILLER, T.E., SHEPHER, K.W., RILEY, R.; The relationship of chromosome 4A of diploid Wheat to that of hexaploid Wheat: a clarification of an earlier study. Cereal Research Communications, Vol. 9, No. 41981, 327-329, 1981.

MÜNTZING, A.; Über die Entstehungsweise 56-chromosomiger Weizen-Roggen-Bastarde. Züchter 8, 188-191, 1936.

OEHLER, E.; Untersuchungen über die Ansatzverhältnisse, Morphologie und Fertilität bei Weizen-Roggen-Bastarden, 1931. Z. Pflanzenzüchtung 16, 357-397, zit. nach Kiss et Rajhaty, 1956.

PIERITZ, W.J.; Elimination von Chromosomen in amphiploiden Weizen-Roggen-Bastarden (Triticale). Z. Pflanzenzüchtung 64, 90-109, 1970.

RILEY, R., LAW, C.N.; Genetic variation in chromosome pairing. Ad. Genet. 13, 57-114, 1965.

RIMPAU, W.; Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Landwirtschaftliches Jahrbuch 20, 335-371, 1891.

ROMERO, C. et SENDINO, A.M.; Meiotic behaviour in haploids of Triticum durum. Cereal Research Communications, Vol. 10, No. 3-4, 1982.

ROUPAKIAS, D.G., KALTSIKES, P.J. et KROLOW, K.-D.; The meiotic cycle of tetraploid triticale. V. International Wheat Genetics Symposium, 1978.

SALLEE, P.J., KIMBER, G.; An analysis of the pairing of wheat telocentric chromosomes. V. International Wheat Genetics Symposium, 1978.

SEARS, E.R.; The behaviour of isochromosomes and telocentrics in wheat. Chromosoma 4, 551-562,1952.

SEARS, E.R.; The aneuploids of common wheat. Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bulletin 572, p. 59, 1958.

SEARS, E.R., SEARS, L.M.S.; The Telocentric Chromosomes of Common Wheat. V. International Wheat Genetics Symposium, 1978.

STEINITZ-SEARS, L.M.; Somatic instability of telocentric chromosomes in wheat and the nature of the centromere. Genetics 54,241-248, 1966.

SYBENGA, J.; Rye chromosome nomenclature and homoeology relationship. Z. Pflanzenzüchtung 90, 297-304, 1983.

WILSON, A.S.; On wheat and rye hybrids. Trans. Proc. Bot. Soc. Edinburgh 12, 1876.

TSCHERMAK, E.; Über seltene Getreidebastarde, 1913. Beiträge Z. Pflanzenzüchtung 3, 49-67, 1956, zit. nach Kiss et Rhajathy.

LEBENSLAUF

Heidrun T h i e m

13. 1.1943	geboren in Groß-Ottersleben
4. 9.1950	Besuch der Grundschule und der Jahn-Oberschule in Salzwedel
1. 6.1962	Abitur
1. 8.1962 - 1. 8.1964	Ausbildung zur medizinisch-technischen Assistentin
7. 9.1964 - 1. 8.1969	Tätigkeit als medizinisch-technische Assistentin an der Humboldt-Universität zu Berlin, Medizinische Fakultät
21. 9.1969	Übersiedlung in die Bundesrepublik Deutschland
5.12.1969	Heirat
1. 1.1970 - 1. 5.1972	Tätigkeit als medizinisch-technische Assistentin im Auguste-Viktoria-Krankenhaus in Berlin-Friedenau
15. 4.1972 -	Studium der Biologie an der Freien Universität Berlin
6.11.1974 -	Vordiplom-Prüfung
19.10.1979	Diplom-Prüfung
1.10.1979 - 31. 3.1982	wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Herrn Professor Dr. Krolow im DFG-Projekt "Telosomen-Analyse"
1. 9.1982	Beginn der Tätigkeit als Lehrkraft am Canisius-Kolleg und als Lehrbeauftragte an der Technischen Fachhochschule Berlin